

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Engenharia Civil

**CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – SOLUÇÕES COMPARATIVAS
PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA NOS EDIFÍCIOS DE
HABITAÇÃO**

Luís Pedro Marques Barroso

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, na
especialidade de Reabilitação de Edifícios

Orientador científico: Professor Doutor Miguel Pires Amado

Lisboa
2010

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos os que contribuíram para a realização deste trabalho em particular:

Ao meu orientador, Professor Doutor Miguel Amado, pela sugestão do tema e por todo o tempo dispendido e disponibilidade, bem como pela partilha de informação e transmissão de conhecimentos.

A todos os colegas engenheiros e futuros engenheiros, pelo seu companheirismo e sugestões, especialmente ao Tiago Pereira, ao Pedro Lagartixo, ao Hugo Andrade e ao Jean Deffense.

À Daniela Pereira, por todas as razões, mas em especial pela sua companhia e incentivo e pela sua capacidade de ouvir e resolver os problemas.

Por último, mas não menos importante, aos meus pais, irmã, familiares e amigos, pela dedicação e por me acompanharem ao longo da vida.

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – SOLUÇÕES COMPARATIVAS PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA NOS EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO

Resumo

A sustentabilidade tem sido um dos objectivos da sociedade para garantir a satisfação das gerações presentes, sem comprometer a satisfação das gerações futuras. Ao ser uma das mais importantes indústrias, a construção consome muitos materiais e recursos, sendo a maior parte destes recursos não renováveis. Esta má gestão dos recursos por parte da construção tornou necessária a alteração do modelo da construção tradicional, dando origem à construção sustentável.

A água é um dos recursos mais importantes e essenciais à vida do ser humano e de toda a vida terrestre. O impacto causado pelos edifícios ao longo do seu ciclo de vida (planeamento, construção, operação e desconstrução) neste recurso, nomeadamente durante a fase de operação, tem padrões de consumo actuais muito elevados.

Actualmente existem já diversos sistemas de certificação da construção sustentável. Sistemas como o BREEAM e o LEED são usualmente tidos como referência a nível internacional. Em Portugal, o sistema LIDERA é o único, e contempla uma categoria para a utilização da água nas habitações.

A presente dissertação contém um conjunto de medidas para a redução dos consumos de água e, por sua vez, para utilização mais eficiente deste recurso nos edifícios de habitação. As medidas apresentadas situam-se ao nível da sensibilização dos utilizadores, de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e águas cinzentas e da utilização de dispositivos mais eficientes e redução de perdas. As medidas são analisadas e comparadas ao nível dos padrões de consumo por dispositivo da sua redução efectiva nos consumos de água. É feita ainda uma sugestão de equipamentos e sistemas a instalar em edifícios novos e existentes, de forma a reduzir o consumo de água.

Palavras-chave

Sustentabilidade, construção sustentável, ciclo de vida, consumo eficiente, utilização da água, dispositivos eficientes, certificação hídrica, águas cinzentas, águas pluviais.

SUSTAINABLE CONSTRUCTION - COMPARATIVE SOLUTIONS FOR EFFICIENT USE OF WATER IN RESEDINTIAL BUILDINGS

Abstract

Sustainability has been one of society's main objectives to ensure the satisfaction of present generations without compromising the satisfaction of future generations. Construction, being one of the most important industries, consumes an innumerable amount of materials and resources, and most of these, are non-renewable resources. This mismanagement of resources in construction has made it necessary to change the ways of traditional construction leading to sustainable construction.

Water is one of the most important and essential resources to human life and all life on earth. The impact of buildings throughout their life cycle (planning, construction, operation and deconstruction), water consumption mainly during the operation phase, and currently has very high consumption patterns.

Presently there are already several certification systems for sustainable construction, systems like BREEAM and LEED. These are usually an international reference in the sustainable construction. In Portugal the LIDERA system is unique and includes a category for the use of water in dwellings.

This study contains a set of measures to reduce water consumption leading to a more efficient use of this resource in residential buildings. The measures presented are based on user's sensitivity and awareness, systems of rainwater and grey water recycling and use of efficient devices and leakage reduction. The measures are analyzed and compared in terms of consumption patterns for the device and its effective reduction in water consumption. There is also a proposal of equipment and systems to be installed in new buildings and existing buildings in order to reduce water consumption.

Keywords

Sustainability, sustainable construction, life-cycle, efficient consumption, water use, efficient appliances, water certification, grey water, rainwater.

Índice de matérias

1	Introdução.....	1
1.1	Objectivos.....	1
1.2	Metodologia.....	2
2	Estado do conhecimento.....	3
2.1	Construção sustentável	3
2.1.1	Sustentabilidade	3
2.1.2	A prática da construção sustentável	7
2.1.3	Produtos e materiais.....	12
2.1.4	Sistemas de certificação da construção sustentável	16
2.1.5	O sector da construção em Portugal.....	21
2.2	O edifício de habitação como veículo consumidor do recurso em todo o seu ciclo de vida.....	23
2.2.1	O ciclo de vida de um edifício	23
2.2.2	Planeamento e concepção	25
2.2.3	Construção	25
2.2.4	Operação	26
2.2.5	Renovação e desconstrução	27
2.3	Água enquanto recurso	28
2.3.1	Quantidades de água na Terra	28
2.3.2	Escassez da água	29
3	O Recurso água.....	31
3.1	Procura de água	31
3.2	Qualidade das águas.....	34
3.2.1	Qualidade das águas superficiais	34
3.2.2	Qualidade das águas para consumo humano.....	35
3.3	Consumo de água em Portugal	36
3.4	Consumo de água na Europa	38
3.5	Consumo de água no sector da construção.....	39
4	A água no sector urbano.....	41
4.1	Padrões de consumo domésticos	41
4.2	Utilização da água nos edifícios – consumo doméstico	42
4.3	Utilização da água nos edifícios – consumo doméstico em Portugal	46
4.4	Sistemas de avaliação da eficiência hídrica Internacionais.....	49
4.5	Sistema de avaliação da eficiência hídrica em Portugal	50
5	Abordagens para um uso eficiente da água	55
5.1	Medidas para um uso eficiente da água	56

5.1.1	Campanhas de consciencialização/motivação	56
5.1.2	Redução de perdas nos sistemas prediais de distribuição de água	56
5.1.3	Uso de dispositivos mais eficientes.....	57
5.1.4	Aproveitamento das águas pluviais.....	63
5.1.5	Aproveitamento das águas cinzentas	65
6	Análise comparativa de medidas para um uso eficiente da água – exemplos de aplicação	67
6.1	Uso de dispositivos mais eficientes.....	67
6.1.1	Autoclismos	67
6.1.2	Chuveiros	68
6.1.3	Torneiras	69
6.1.4	Máquina de lavar roupa	70
6.1.5	Máquina de lavar loiça	70
6.1.6	Resultados.....	71
6.2	Aproveitamento de águas pluviais	72
6.3	Aproveitamento de águas cinzentas	76
6.4	Discussão do capítulo	78
7	Análise económica	81
7.1	Custo dos sistemas.....	81
7.2	Custo da água	82
7.3	Período de retorno	83
7.4	Discussão do capítulo	84
8	Conclusões	87
9	Desenvolvimento futuro.....	89
10	Bibliografia	91

Índice de Figuras

Figura 2.1 – Pilares da sustentabilidade (Mateus, 2004).....	4
Figura 2.2 – O novo paradigma da construção sustentável (Adaptado de Pinheiro, 2006).....	7
Figura 2.3 – Torre Verde (Pinheiro, 2006).....	11
Figura 2.4 – Casa Oásis (Pinheiro, 2006)	11
Figura 2.5 – Hammarby Sjöstad (Gomes, 2009)	12
Figura 2.6 – Viikki (Gomes, 2009).....	12
Figura 2.7 – Energia importada em Portugal (2001)	13
Figura 2.8 – Consumos energéticos por actividade (DGEG, 2009)	13
Figura 2.9 – Energia utilizada no sector doméstico.....	14
Figura 2.10 – Vertentes e áreas do sistema LIDERA.....	20
Figura 2.11 – Ciclo de vida da construção (Pinheiro, 2006)	24
Figura 3.1 – Utilização da água por sector em Portugal (Baptista <i>et al.</i> , 2001)	32
Figura 3.2 – Custos associados à água (Baptista <i>et al.</i> , 2001).....	32
Figura 3.3 – Distribuição dos consumos urbanos e perdas (Almeida <i>et al.</i> , 2006)	33
Figura 3.4 – Distribuição do consumo urbano de água por regiões (Almeida <i>et al.</i> , 2006).....	33
Figura 3.5 – Evolução da população servida com abastecimento de água (RASARP, 2008).....	36
Figura 3.6 – Distribuição da população servida com abastecimento de água (RASARP, 2008)	37
3.7 - Número de zonas de abastecimento e população abastecida por classes de população em 2007 (RASARP, 2008)	38
Figura 4.1 – Consumo doméstico (litros/hab.dia) (Eurostat, 2007).....	41
Figura 4.2 – Gráfico dos consumos domésticos nos EUA [%] (Pinheiro, 2008, Arpke <i>et al.</i> , 2005)	44
Figura 4.3 – Gráfico dos consumos domésticos no Reino Unido [%] (Pinheiro, 2008, Burkhard <i>et al.</i> , 2000)	44
Figura 4.4 – Consumos domésticos em Portugal dos edifícios multifamiliares (adaptado de Vieira <i>et al.</i> , 2006).....	47
Figura 4.5 – Consumos domésticos em Portugal dos edifícios unifamiliares (adaptado de Vieira, 2006)	48
Figura 4.6 – Gráfico dos consumos domésticos em vários países [%] (Pinheiro 2008; Almeida <i>et al.</i> , 2006; Loh <i>et al.</i> , 2003)	48
Figura 4.7 – Rótulos de eficiência hídrica adoptados em Portugal (ANQIP, 2009a).....	51
Figura 4.8 – Rótulos de eficiência hídrica para autoclismos de pequeno volume (ANQIP, 2009a).....	52
Figura 5.1 – Meta de eficiência de utilização de água no consumo urbano (Baptista <i>et al.</i> , 2001)	55
Figura 5.2 – Evolução dos consumos de água para máquinas de lavar roupa (Almeida <i>et al.</i> , 2006)	61
Figura 5.3 – Evolução dos consumos de água para máquinas de lavar loiça (Almeida <i>et al.</i> , 2006)	62
Figura 5.4 – Precipitações médias anuais (Instituto de Meteorologia, 2009).....	64
Figura 6.1 – Distribuição dos consumos domésticos passíveis de serem aproveitados por sistema pluvial em edifícios unifamiliares	73

Figura 6.2 – Distribuição dos consumos domésticos passíveis de serem aproveitados por sistema pluvial em edifícios multifamiliares.....	73
--	----

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Categorias do BREEAM.....	18
Tabela 2.2 – Pontuação relativa ao consumo interno de água.....	18
Tabela 2.3 – Pontos atribuídos consoante a percentagem de redução.....	19
Tabela 2.4 – Caudais para os diversos dispositivos.....	20
Tabela 2.5 – Novas habitações em Portugal (INE, 2009).....	23
Tabela 2.6 – Quantidades de água na Terra (GEO3, 2002).....	29
Tabela 3.1 – Nível de qualidade das águas superficiais (REA, 2007)	34
Tabela 3.2 – Consumo de água no ciclo de vida da construção	39
Tabela 4.1 – Consumos <i>per capita</i> da capitação doméstica (Aquapor, 2009).....	42
Tabela 4.2 – Capitação doméstica em ambiente urbano (Aquapor, 2009)	42
Tabela 4.3 – Consumos mínimos de água necessária para os diversos usos (adaptado de Gleick, 1996)	43
Tabela 4.4 – Repartição dos consumos médios diários (adaptado de Pedroso, 2009 e Vieira <i>et al.</i> , 2006)	47
Tabela 4.5 – Categorias de eficiência hídrica nos autoclismos (ANQIP, 2008)	51
Tabela 4.6 – Categorias de eficiência hídrica nos chuveiros (ANQIP, 2009).....	52
Tabela 4.7 – Categorias de eficiência hídrica das torneiras de lavatório (ANQIP, 2009).....	53
Tabela 4.8 – Categorias de eficiência hídrica das torneiras de cozinha (ANQIP, 2009).....	53
Tabela 5.1 – Perdas devido a fugas (Pederoso, 2009)	57
Tabela 5.2 – Impacte de uma fuga no consumo mensal de água num agregado familiar (adaptado de Pedroso, 2009).....	57
Tabela 6.1 – Poupanças de água na utilização de autoclismos eficientes categoria A... 67	
Tabela 6.2 – Poupanças de água na utilização de autoclismos eficientes categoria A++	67
Tabela 6.3 – Poupanças de água na utilização de chuveiros convencionais com caudal de 9 litros	68
Tabela 6.4 – Poupanças de água na utilização de chuveiros eficientes de categoria A.....	68
Tabela 6.5 – Poupanças de água na utilização de chuveiros eficientes de categoria A+	69
Tabela 6.6 – Poupanças de água na utilização de torneiras de lavatório eficientes de categoria A.....	69
Tabela 6.7 – Poupanças de água na utilização de torneiras de lava-louça eficientes de categoria A	70
Tabela 6.8 – Poupança associada às máquinas de lavar roupa eficientes.....	70
Tabela 6.9 – Poupanças associada às máquinas de lavar louça eficientes	70
Tabela 6.10 – Poupanças associadas a dispositivos e equipamentos eficientes	71
Tabela 6.11 – Poupança de habitação multifamiliar com recurso a dispositivos eficientes.....	72
Tabela 6.12 – Poupança de habitação unifamiliar com recurso a dispositivos eficientes	72
Tabela 6.13 – Valores para o coeficiente de <i>run off</i> de coberturas.....	73
Tabela 6.14 – Possibilidade de volume de água captado consoante o coeficiente de <i>run off</i> da cobertura	74

Tabela 6.15 – Volumes passíveis de serem substituídos por água da chuva	75
Tabela 6.16 – Poupança induzida com o aproveitamento das águas pluviais em habitações unifamiliares	75
Tabela 6.17 – Poupança induzida com o aproveitamento das águas pluviais em habitações multifamiliares.....	76
Tabela 6.18 – Disponibilidades e necessidades de águas cinzentas num edifício unifamiliar (adaptado de Ghisi <i>et al.</i> , 2007).....	77
Tabela 6.19 – Disponibilidades e necessidades de águas cinzentas num edifício multifamiliar (adaptado de Ghisi <i>et al.</i> , 2007)	77
Tabela 6.20 – Aproveitamento de águas cinzentas numa habitação multifamiliar	78
Tabela 6.21 – Aproveitamento de águas cinzentas numa habitação unifamiliar	78
Tabela 6.22 – Comparação de medidas em habitações unifamiliares	78
Tabela 6.23 – Comparação de medidas em habitações multifamiliares	79
Tabela 6.24 – Comparações dos consumo antes e depois de medidas de poupança....	79
Tabela 6.25 – Consumo de água potável nas várias tipologias e padrões de consumo	80
Tabela 7.1 – Preços para a implementação das diversas medidas de poupança em habitações unifamiliares	82
Tabela 7.2 – Preço da água (ERSAR, 2007).....	82
Tabela 7.3 – Preço da água segundo vários padrões de consumo numa habitação unifamiliar	83
Tabela 7.4 – Preço da água segundo vários padrões de consumo numa habitação multifamiliar	83
Tabela 7.5 – Estimativa do período de retorno em edifícios unifamiliares	84
Tabela 7.6 – Estimativa do período de retorno em edifícios multifamiliares.....	84

1 Introdução

Nos últimos anos, a importância dada aos recursos naturais e ao modo como são utilizados na sociedade e na construção tem vindo a aumentar. O desenvolvimento sustentável e a construção sustentável primam pela optimização e modernização das práticas tradicionais de utilização destes recursos e pela garantia de um ambiente equilibrado e saudável para todos.

O aumento do consumo dos diversos recursos e materiais disponíveis na natureza está directamente relacionado com o aumento da população e com o desenvolvimento da qualidade de vida. Enquanto nos últimos 100 anos a população mundial viu o seu número triplicar, o consumo de água com as actividades humanas, em igual período cresceu cerca de seis vezes (Pedroso, 2009).

A água é um recurso natural e essencial à vida humana. É um dos recursos mais importantes, sendo indispensável à grande maioria das actividades económicas, e desempenha um papel fundamental na localização e desenvolvimento das comunidades. Com o crescente aumento da procura de água, diversas medidas e estratégias têm vindo a ser tomadas, de modo a optimizar o seu consumo e evitar desperdícios. No entanto, o consumo de água continua a ser superior aos recursos disponíveis e cerca de um terço da população mundial vive em países com um nível moderado a elevado de *stress* hídrico, sendo espectável que dentro de 25 anos dois terços da população mundial vivam nestas condições.

Em Portugal, o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), adoptado para promover o uso eficiente da água nos diversos sectores (Urbano, Agrícola, Industrial), pretende contribuir para a minimização dos riscos de *stress* hídrico, através da apresentação de medidas para a utilização mais eficiente do recurso e do estabelecimento de metas a atingir em cada sector, em curtos intervalos anuais.

1.1 Objectivos

O objectivo desta dissertação consiste na caracterização de medidas de poupança para o uso eficiente da água nos edifícios de habitação, bem como na sua conjugação e comparação, tanto em edifícios unifamiliares como em edifícios multifamiliares. Tendo em conta os padrões actuais de consumo doméstico (que actualmente se situam em 140 l/hab.dia para o caso de edifícios multifamiliares, e em 160 l/hab.dia para o caso de edifícios unifamiliares (Eurostat, 2007; Pedroso, 2009)), pretende-se também propor um valor limite de consumo que garanta uma completa satisfação das necessidades de ingestão, alimentação, higiene, limpeza e uma correcta adequação da utilização da água potável onde ela é realmente necessária, reduzindo assim o consumo e garantido a sustentabilidade do recurso.

1.2 Metodologia

A metodologia adoptada para esta dissertação teve por base uma revisão de conteúdos nas áreas de sustentabilidade, construção sustentável, padrões de consumos de água e necessidades de água, bem como a revisão de equipamentos e dispositivos de aproveitamento e poupança de água.

É apresentado no estado do conhecimento o conceito de construção sustentável e analisados os guias para a sua certificação relacionados com o recurso *Água*. São também analisadas as quantidades de água disponíveis no planeta e o consumo dos recursos em geral, por parte da construção. Nos capítulos seguintes é dado destaque ao recurso água em termos de consumos nacionais e internacionais e à sua utilização no edifício de habitação. São também apresentados sistemas de certificação hídrica.

A partir destes elementos, são apresentadas as medidas para o uso eficiente da água nos edifícios de habitação, bem como os benefícios de cada medida, sendo efectuada uma comparação entre as diferentes medidas e a sua aplicação.

2 Estado do conhecimento

2.1 Construção sustentável

2.1.1 Sustentabilidade

O conceito de sustentabilidade sofreu diversas evoluções ao longo dos tempos, tendo vindo a ganhar destaque desde o final dos anos 70. Nessa altura, numa perspectiva económica e com pouco interesse ambiental. No final da década de 80, com o Relatório de Brundtland, o conceito de sustentabilidade surge associado a questões ambientais, apresentando uma perspectiva futurista que defende que o planeta tenha plenas condições habitacionais no futuro e que estas não sejam comprometidas com as acções do presente (Pinheiro, 2006). O Relatório de Brundtland é o ponto de viragem e o início na procura de um desenvolvimento sustentável, definido como “um desenvolvimento que dê resposta às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras darem resposta às delas” (Brundtland, 1987).

Com base no Relatório de Brundtland, o desenvolvimento sustentável tem duas ideias base; a preservação de recursos e a necessidade de programar o rumo da sociedade.

Segundo Pinheiro (2006), o conceito de desenvolvimento sustentável procura, acima de tudo, responder às necessidades presentes da sociedade, não comprometendo as necessidades futuras, sendo que os recursos que hoje são indispensáveis à satisfação das necessidades humanas básicas amanhã poderão não existir, e o objectivo é que o consumo de energia, água e materiais ocorra a uma taxa passível de ser renovada.

À primeira vista, a sustentabilidade tem apenas aspectos ecológicos e ambientais envolvidos, mas estes não são os únicos; a sustentabilidade dos ecossistemas também entra como um propulsor e estímulo para a economia e a integração de medidas de defesa do ambiente na política económica é um dos objectivos do desenvolvimento sustentável. No entanto, a satisfação das necessidades humanas não se resume à satisfação das necessidades básicas dos indivíduos, mas envolve, também, a educação, o lazer e um ambiente sadio. É neste ponto que surgem as questões sociais. Enquanto nos países desenvolvidos as necessidades básicas dos indivíduos e muitas outras necessidades já estão satisfeitas, noutros, tal ainda não acontece. É óbvio que a procura da satisfação das necessidades nestes países acontece também simultaneamente com o desenvolvimento económico (Pinheiro, 2006; Mateus, 2004).

Assim sendo, a sustentabilidade procura assegurar os recursos quer para actividades actuais, quer para actividades futuras, englobando factores Ecológicos, Económicos e Sociais (Figura 2.1), e tendo sempre em linha de conta qualquer uma destas vertentes, sem as quais o conceito não se concretiza efectivamente.



Figura 2.1 – Pilares da sustentabilidade (Mateus, 2004)

O conceito de sustentabilidade poderá ter ainda duas subdivisões: sustentabilidade fraca e sustentabilidade forte. Quando na procura de sustentabilidade e avaliação dos recursos existirem trocas entre recursos naturais e económicos que possam originar uma quebra nos recursos naturais para atingir a sustentabilidade, está a falar-se de sustentabilidade fraca. Quando para se atingir a sustentabilidade, mantêm-se e melhoram-se os recursos naturais, está a falar-se em sustentabilidade forte (Pinheiro, 2006).

Uma definição distinta de sustentabilidade provém do projecto europeu ligado à água, Water21. Este projecto de investigação, sobre a política sustentável da água, tem uma maior objectividade e divide-se entre recursos renováveis e não renováveis. “A Sustentabilidade obriga a que o fornecimento dos recursos naturais seja mantido. A utilização de fontes renováveis, tais como a água, não deve exceder a sua taxa de renovação, por outro lado, a utilização de recursos não renováveis, como combustíveis fósseis, deve ser tal que estes recursos não se poderão esgotar antes de estarem disponíveis fontes alternativas diferentes. Com isto está também implícito que todos os processos ecológicos fundamentais e as suas estruturas são mantidos quando terminarem as explorações de tais recursos” (Rijsberman *et al.*, 2000).

Ainda segundo Rijsberman (2000), na definição de desenvolvimento sustentável existem pelo menos quatro definições base que têm de ser respeitadas e que constituem o ponto de partida para todo o desenvolvimento sustentável. Essas definições são as apresentadas seguidamente.

- Necessidades das gerações presentes

Apesar de a satisfação das necessidades presentes ser diferente na maioria dos casos, as necessidades actuais podem vir a ser conhecidas ou pelo menos possíveis de distinguir. No que diz respeito à gestão das águas urbanas, estas necessidades podem ser descritas em termos de desejos e de necessidades para o sistema de água.

- Necessidades das gerações futuras

A sustentabilidade significa avaliar não só as consequências de escolhas para a situação presente, mas também as consequências para o (longínquo) futuro. Groot define o conceito de sustentabilidade como um aspecto puramente de longo prazo, dado que a consciência do tempo está na base da sustentabilidade. Estar consciente do tempo, não traz conhecimento das necessidades das gerações futuras.

- Capacidade de carga de sistemas de apoio

Supõe-se que os ecossistemas de apoio ao desenvolvimento têm uma capacidade de carga certa e que essa capacidade tem de ser mantida para a obtenção de uma situação sustentável. Aqui, por exemplo, os ecossistemas são vistos como partes do meio ambiente. Uma solução para a questão do desenvolvimento sustentável parece ser possível através da avaliação da capacidade de carga do ecossistema, onde podem encontrar-se os limites para um desenvolvimento sustentável.

- Manter a integridade ecológica, ambiental e hidrológica

Manter a integridade ecológica, ambiental e hidrológica está intimamente relacionado com a capacidade de carga dos ecossistemas de suporte. Esta característica sublinha que não só as características físicas (que sustentam os ecossistemas) são importantes, mas também todas as partes ambientais. As relações e estruturas dentro do ambiente e do sistema da água têm, pelo menos, a mesma importância para o desenvolvimento sustentável. A importância das relações com uma estrutura significativa pode ser demonstrada através da analogia com um dispositivo mecânico, sendo que se este for constituído por peças de boa qualidade, mas sem uma boa estrutura significativa e construção o dispositivo “não funcionará”.

A sustentabilidade ecológica é, por sua vez, um pré-requisito básico para o desenvolvimento económico e social sustentável (Zimmermann *et al.*, 2005).

Uma questão filosófica defendida ainda por Rijsberman (2000) diz-nos que um dos grandes problemas da sociedade sempre foi a divergência de ideias de projectistas, investigadores e ambientalistas. As diferentes soluções encontradas para os diversos problemas, como a poluição do ar, biodiversidade, uso de recursos pelos diferentes intervenientes, poderão ser difíceis de conciliar, e um problema que à partida poderia ter uma simples solução, pode-se tornar num problema sem resolução. Cada investigador tem os seus interesses, formação e objectivos específicos, o que faz com que ao avaliar uma determinada solução se baseie principalmente no facto de esta estar ou não de acordo com os seus requisitos. Outra situação ainda mais problemática é que ambas as partes interessadas têm a sua evolução e dinamismo, ou seja, elas mudam ao longo do tempo. O ponto de vista sobre a construção era diferente há 20 anos e no futuro não será igual ao que se verifica hoje em dia e irá continuar a mudar. Com interesse específico para esta

dissertação, as soluções encontradas para cada problema são cada vez mais eficientes na utilização da água nas habitações, e por seu lado, estes interesses e soluções irão estar em constante mudança.

Tendo em conta os diversos factores que envolvem a sustentabilidade e a melhor forma de a aplicar, foram criados dois tipos de agendas distintas: a agenda 21, que prima pela sustentabilidade urbana e rural e pela preservação dos recursos, e a Agenda Habitat II, que trabalha essencialmente em prol da qualidade do bem-estar do ser humano.

Agenda 21, 1992

A Agenda 21 foi um dos principais resultados da conferência Eco-92, realizada no Rio de Janeiro em 1992. É um documento que implementou a importância de cada país se comprometer e reflectir, global e localmente, sobre a forma como governos, empresas, organizações e todos os sectores da sociedade podem trabalhar no estudo de soluções para os problemas sócio-ambientais. A Agenda 21 consiste num instrumento de grande importância que realiza a reconversão da sociedade industrial rumo a um novo paradigma, que exige a reinterpretação do conceito de progresso, contemplando maior harmonia e equilíbrio entre o todo e as partes e promovendo a qualidade e não apenas a quantidade do crescimento.

As acções prioritárias da Agenda 21 são a sustentabilidade urbana e rural, a preservação dos recursos naturais e recursos minerais e a ética política para o planeamento com vista ao desenvolvimento sustentável. O ponto mais importante destas acções prioritárias é o planeamento de sistemas de produção e consumo sustentáveis contra a cultura do desperdício. A Agenda 21 é um plano de acção para ser adoptado global, nacional e localmente, por organizações do sistema das Nações Unidas, governos e pela sociedade civil em todas as áreas em que a acção humana tenha impacte sobre o meio ambiente.

Existe ainda a Agenda 21 Local, que é um instrumento que trabalha como uma espécie de processo em que a autarquia local actua em parceria com todos os sectores da sociedade, para elaborarem um plano de acção e implementá-lo, tendo por objectivo o desenvolvimento sustentável local (DITAL 21, 2003).

Agenda Habitat II, 1996

A Agenda Habitat II, assinada na Conferência das Nações Unidas realizada em Istambul, entre 3 a 14 de Junho de 1996, assumiu que é imperativo melhorar a qualidade dos aglomerados humanos, uma vez que estes podem afectar a vida diária e bem-estar da população.

O documento final da Conferência deu origem à Agenda Habitat. Esta Agenda funciona como um apelo global para a acção em todos os níveis e como um guia para a realização do desenvolvimento sustentável nas cidades do mundo. Oferece, uma visão positiva do desenvolvimento sustentável das necessidades humanas, sendo que todos devem possuir uma habitação adequada ao seu modo de vida, viver num ambiente saudável e seguro. A Agenda Habitat reconhece explicitamente a habitação como um dos requisitos essenciais para a qualidade de vida.

O objectivo da Habitat II pretende responder a dois temas de igual e global importância: "abrigo adequado para todos" e "desenvolvimento sustentável dos aglomerados humanos num mundo em urbanização". Os seres humanos são o centro da preocupação para o desenvolvimento sustentável, devendo existir abrigos para todos e aglomerados humanos sustentáveis, assegurando o direito a uma vida produtiva, sã e em harmonia com a natureza (Pinheiro, 2006; United Nations 1996).

2.1.2 A prática da construção sustentável

A construção sustentável de novos edifícios e a renovação sustentável de edifícios existentes surgem da necessidade de combater a actual realidade da construção. A qualidade dos edifícios tem um grande impacto nas condições ambientais, económicas e sociais das populações. Através da construção sustentável podemos começar desde já a garantir melhorias nos níveis ambientais e na qualidade de vida. A construção sustentável aparece naturalmente ligada à energia e aos recursos naturais, essenciais à vida do ser humano e a toda a vida terrestre (Pinheiro, 2006).

A construção sustentável veio alterar o modelo tradicional da construção, ou seja, a construção não sustentável (Figura 2.2). Anteriormente, a construção não sustentável só era aliciante se tivesse o nível de **qualidade** exigido pelo projecto, se utilizasse sistemas construtivos que optimizassem a produtividade durante a fase de construção e se, deste modo, conduzissem à diminuição do período de construção (**tempo**), permitindo assim uma maior rapidez na recuperação do investimento. Tudo isto, sem alterar significativamente os **custos** da construção. Segundo a nova perspectiva da construção sustentável, a questão central de um projecto deixa de ser apenas o tempo dispendido e os custos associados e passa também a equacionar o **consumo de recursos**, as **emissões poluentes** e o impacto ambiental (**biodiversidade**) nas novas construções, contribuindo assim para a **qualidade de vida, desenvolvimento económico e igualdade social** (Mateus, 2004).

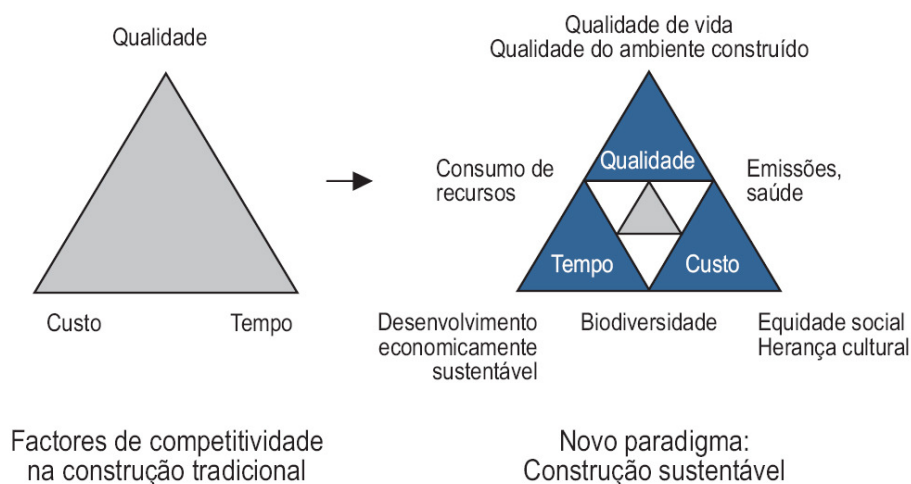


Figura 2.2 – O novo paradigma da construção sustentável (Adaptado de Pinheiro, 2006)

O novo paradigma da construção sustentável pretende construir com impacto ambiental mínimo e que o meio construído se integre em todos os aspectos dos sistemas

ecológicos da biosfera, durante o seu ciclo de vida, tendo em consideração preocupações com o consumo de recursos, emissões de poluentes, saúde e a biodiversidade. Desta forma, estes passam a constituir o novo paradigma da construção sustentável. Assim, a relação dos princípios da sustentabilidade, preocupações económicas, sociais e culturais com estes valores representa o conceito de construção sustentável (Mateus, 2004).

Kibert (1994), definiu construção sustentável como a “criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos (para evitar danos ambientais) e a utilização eficiente dos recursos”.

Segundo Pinheiro (2006) e Kibert (1994), a construção sustentável considera os materiais, o solo, a energia e a água como os recursos mais importantes, fazendo estes parte integrante do ciclo de vida da a construção.

Charles Kibert baseou-se nestes recursos para estabelecer os cinco princípios básicos da construção sustentável:

- 1. reduzir o consumo de recursos;*
- 2. reutilizar os recursos sempre que possível;*
- 3. reciclar materiais em fim de vida do edifício e usar recursos recicláveis;*
- 4. proteger os sistemas naturais e a sua função em todas as actividades;*
- 5. eliminar os materiais tóxicos e os subprodutos em todas as fases do ciclo de vida.*

A construção sustentável, a construção verde ou a construção vernácula pretendem contribuir para a inserção do homem na natureza, utilizando os recursos naturais. Todas preservam o ambiente e procuram soluções aceitáveis. A construção sustentável difere por ser um produto da moderna sociedade tecnológica, socorrendo-se ou não de materiais naturais e/ou produtos procedentes da reciclagem de resíduos. Este tipo de construção focaliza-se na importância de uma abordagem holística, adaptada e praticada numa perspectiva interdisciplinar, como forma contínua de concretizar esses princípios.

A maneira mais eficiente de realizar uma construção sustentável é considerar e incorporar todos os aspectos ambientais nas fases de estudo prévio da obra.

A construção tradicional de edifícios é um dos principais consumidores finais de energia, consumindo cerca de 50% de toda a energia (Zimmermann *et al.*, 2005). São os projectistas e construtores os responsáveis por este facto, são eles que na fase de projecto planeiam qual vai ser o custo da energia, qual o nível de conforto dos seus ocupantes, quais os equipamentos energéticos a utilizar, no geral, e qual o consumo de energia que o edifício irá ter ao longo do seu tempo de vida. De acordo com Ding (2007), um projecto deve ter vários colaboradores, de várias áreas, e deve ser escolhida a solução que minimize os consumos energéticos e os danos ambientais. Por isso, os edifícios devem ser projectados de modo a consumir o mínimo de recursos possível, maximizando-se a durabilidade e assegurando-se a salubridade dos mesmos através da utilização de materiais ecológicos (Kibert, 1994).

Os edifícios devem ser concebidos de modo a assegurarem uma gestão eficiente dos consumos energéticos e da água. Este ponto está relacionado com muitos aspectos,

que vão desde a minimização dos consumos energéticos durante a fase de construção (adoptando sistemas de construção simples), até à redução dos consumos energéticos durante a fase de utilização. Estes são realizados através da utilização de fontes de energia renováveis, minimização dos consumos durante as estações de arrefecimento (Verão) e aquecimento (Inverno) e optimização da iluminação e ventilação natural. O consumo de água nos edifícios está directamente relacionado com a produção de águas residuais pelo que importa assegurar uma gestão adequada deste bem precioso e cada vez mais escasso (Mateus, 2004).

Actualmente projecta-se para a resistência e não para a durabilidade. Maximizar a durabilidade dos edifícios é uma tarefa importante que deve ser realizada, pois com pequenos investimentos nas fases de concepção e construção é possível ampliar bastante o ciclo de vida dos edifícios. Para tal, devem ser utilizadas tecnologias construtivas e materiais de construção que sejam duradouros face aos materiais tradicionais, e as construções devem ser flexíveis de modo a permitirem o seu ajuste a novas utilizações. Quanto maior for o ciclo de vida de um edifício, maior será o período de tempo durante o qual os impactes ambientais produzidos durante a fase de construção serão amortizados. O ciclo de vida pode ser ampliado com manutenções periódicas que salvaguardem a sua conservação. As intervenções de manutenção e reabilitação permitem também a dilatação do ciclo de vida das construções (Mateus, 2004).

Sendo o tempo de utilização média de um edifício cerca de 90%, a escolha dos materiais a utilizar torna-se um ponto fundamental da construção sustentável. A utilização de materiais que possam conter ou libertar substâncias perigosas [amianto, compostos orgânicos voláteis, radioactividade natural (por exemplo, o radão)], bem como condições de humidade, temperatura ou ventilação inadequadas, ou sistemas que possam permitir o desenvolvimento de agentes patogénicos (por exemplo, o ar condicionado) podem constituir um risco para a saúde dos utilizadores (como é o caso da doença do legionário, derivada dos problemas de manutenção de ar condicionado) (Pinheiro, 2006). Os materiais utilizados na construção sustentável não devem possuir químicos nocivos à camada de ozono, devem ser duráveis, exigir poucas operações de manutenção, incorporar baixas energias primárias, estar disponíveis nas proximidades do local de construção, ser elaborados a partir de matérias recicladas e/ou que possuam grandes potencialidades para virem a ser recicladas ou reutilizáveis (Mateus, 2004).

Torna-se assim importante assegurar a salubridade dos edifícios, salvaguardando o conforto ambiental no seu interior, através da introdução e maximização da iluminação e ventilação natural onde for possível. São de evitar os compartimentos que não possuam aberturas directas para o exterior do edifício (Mateus, 2004).

Segundo Pinheiro (2006), cerca de 30% de todos os edifícios novos e remodelados têm baixa qualidade do ar interior, devido a emissões nocivas, a condições de humidade erradas e a má ventilação, as quais geram o aparecimento de agentes patogénicos. O ambiente interior, nomeadamente o conforto, a saúde e a segurança dos utilizadores, é também um aspecto importante a considerar nos impactes ambientais associados aos edifícios (Augenbroe, 1998; Bourdeau, 1998).

A sustentabilidade deve ser incorporada nos códigos de construção, normas e regulamentos nacionais, utilizando-se, sempre que possível, uma abordagem baseada no desempenho, em lugar da sugestão de técnicas ou soluções específicas (Pinheiro, 2006).

No âmbito urbano, as actuais cidades não devem ser vistas como locais de apropriação de recursos e serviços, não deve ser considerada apenas a necessidade de as ruas estarem limpas, de a iluminação pública funcionar correctamente ou de os sistemas de esgotos e as redes viárias em boas condições. É necessário encarar as cidades como seres vivos, que necessitam de funcionar bem, mas que para além disso, precisam de ser sustentáveis, em termos ambientais, económicos e sociais (Girardet, 1999).

Como exemplo de aplicação dos princípios de Kibert e de todo o posterior desenvolvimento da construção sustentável, são apresentados de seguida alguns projectos sustentáveis.

2.1.2.1 Projectos sustentáveis em Portugal

Torre Verde, Lisboa, Parque das Nações, 1998 (Figura 2.3)

A Torre Verde foi o primeiro edifício bioclimático de habitação, projectado pela Tirone Nunes, para o Parque das Nações. Com um conjunto de 41 apartamentos, distribuídos por 12 pisos, a Torre Verde representa, sem dúvida, um passo importante para a valorização do conceito de racionalização do consumo de energia em edifícios. Com um sistema solar térmico colectivo que contribuiu para reduzir em 60% as necessidades energéticas de aquecimento das águas quentes domésticas, manteve na altura, o valor de venda dos apartamentos extremamente competitivo. Durante os primeiros 9 anos de ocupação, metade dos apartamentos não necessitou de ligação ao sistema de aquecimento central pré instalado (Pinheiro, 2006).

Casa Oásis, Faro, Estói, 2003 (Figura 2.4)

A Casa Oásis é uma habitação unifamiliar, para fins turísticos, localizada na freguesia de Estói, no concelho de Faro, no Algarve. No que diz respeito à envolvente, esta insere-se numa paisagem tipicamente algarvia, com uma implantação no terreno em declive orientado a Sul. Possui uma orientação solar favorável (predominância dos vãos envidraçados a Sul e fachada Norte quase sem vãos) e, no piso inferior, a empena Norte encontra-se totalmente enterrada. Existem entradas para a moradia em ambos os pisos. No piso superior existem 3 divisões, um quarto/escritório, uma casa de banho e uma sala onde se situa a piscina interior. O piso inferior dispõe de 7 divisões, nomeadamente, duas casas de banho, uma cozinha, dois quartos, uma arrecadação (isolada do interior da habitação), e uma sala ampla que se desenvolve em dois níveis: o mais baixo é a sala propriamente dita e o mais elevado é uma espécie de sala de jantar multiusos (Pinheiro, 2006).



Figura 2.3 – Torre Verde (Pinheiro, 2006)



Figura 2.4 – Casa Oásis (Pinheiro, 2006)

2.1.2.2 Projectos sustentáveis internacionais (Eco Bairros)

Hammarby Sjöstad, Estocolmo, Suécia (Figura 2.5)

Os princípios orientadores para este eco bairro têm como base o programa ambiental aprovado politicamente pela Câmara de Estocolmo. O objectivo de garantir as questões ambientais no planeamento e na construção do bairro foi conseguido através de um programa que favorece a mobilidade sustentável; a redução do consumo energético das famílias; a protecção da natureza e o respeito pela biodiversidade; a separação e reciclagem de resíduos e melhorar a qualidade do ambiente urbano (Gomes, 2009).

Viikki, Helsínquia, Finlândia (Figura 2.6)

Os princípios orientadores para a área residencial Viikki – Latokartano, têm como base a minimização da utilização dos recursos, ou seja a energia, a água, a gestão dos resíduos e a garantia da biodiversidade, bem como soluções locais para o tratamento de efluentes. A arquitectura empregada em Viikki é constituída por uma estrutura que

proporciona um conjunto de vantagens, tais como a protecção contra o vento, a possibilidade de utilizar energia solar, a compostagem de resíduos domésticos, purificação e reutilização de águas cinzentas, uma rede integrada de curso de águas pluviais urbana, protecção das áreas naturais (Gomes, 2009).



Figura 2.5 – Hammarby Sjöstad (Gomes, 2009)



Figura 2.6 – Viikki (Gomes, 2009)

2.1.3 Produtos e materiais

Consumo de energia

Portugal é um país sem recursos minerais e importa 83% da energia que consome – combustíveis fósseis (carvão, gás natural, gás natural liquefeito e petróleo). Dois terços da energia eléctrica necessária são produzidos através dos combustíveis fósseis e a restante provém de fontes renováveis – hidráulica, eólica e biomassa (Eurostat, 2009).

A dependência energética na Europa ronda os 50%, enquanto em Portugal, como referido, a dependência é de 83%, o que se traduz no consumo de cerca de 24,6 milhões de tep (toneladas equivalente de petróleo), que se reparte em 13,8% de combustível sólido, 75,7% de petróleo e 10,4% de gás natural, sendo a importação de electricidade directa apenas de 0,01% (Figura 2.7), (Pinheiro, 2006; Eurostat 2009).

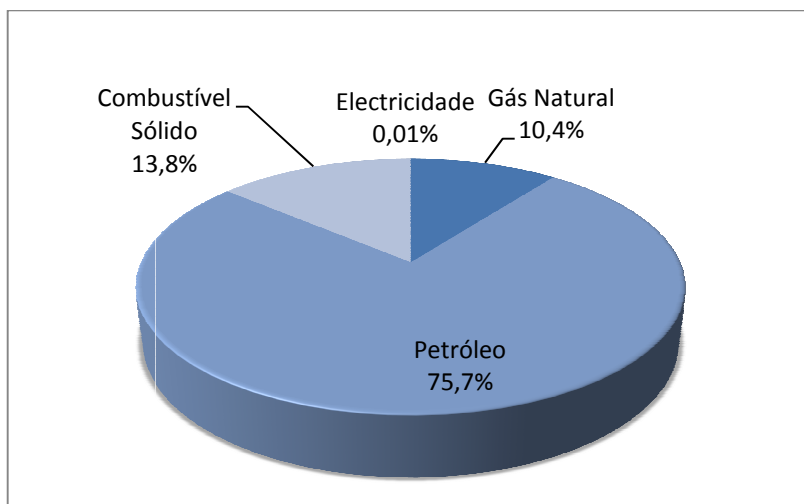


Figura 2.7 – Energia importada em Portugal (2001)

Na figura seguinte (Figura 2.8), pode-se analisar o consumo energético em Portugal por actividade sectorial. O consumo de energia é dominado pelo sector dos transportes, com 28,1% da energia total consumida, e pelo sector da indústria, com 22,1%. O consumo dos edifícios representa cerca de 21,8% do consumo total, em que 12,9% estão associados ao sector doméstico e 8,9% aos serviços, representando a construção e as obras públicas 2,7%, e a agricultura e pescas 1,8% do consumo total do país..

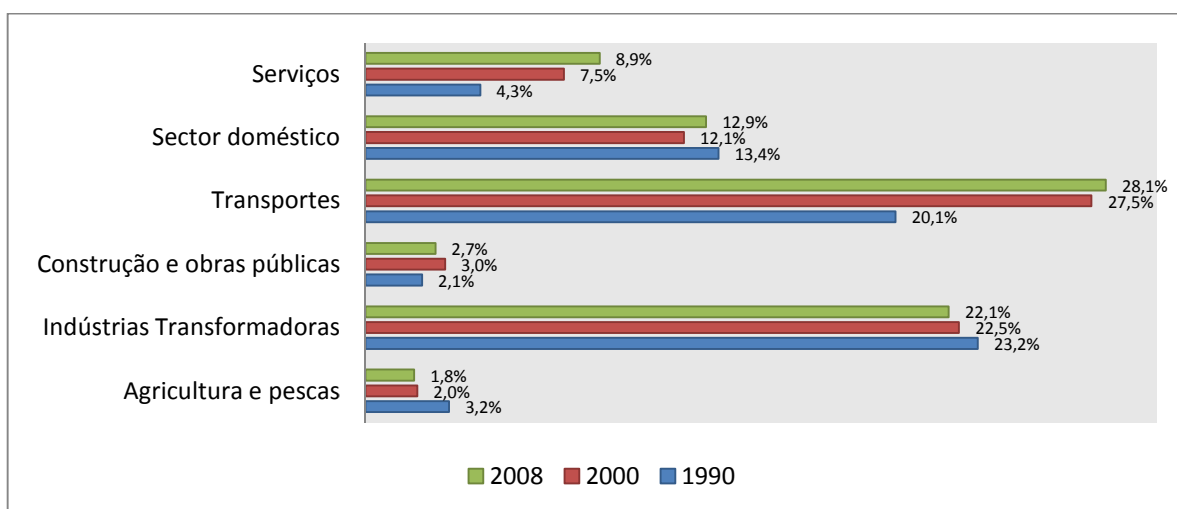


Figura 2.8 – Consumos energéticos por actividade (DGEG, 2009)

O consumo de energia no sector doméstico distribui-se aproximadamente da seguinte forma: 50% para as cozinhas e produção de águas quentes sanitárias (AQS), 25% para o aquecimento e arrefecimento e os restantes 25% para a iluminação e electrodomésticos (Figura 2.9).

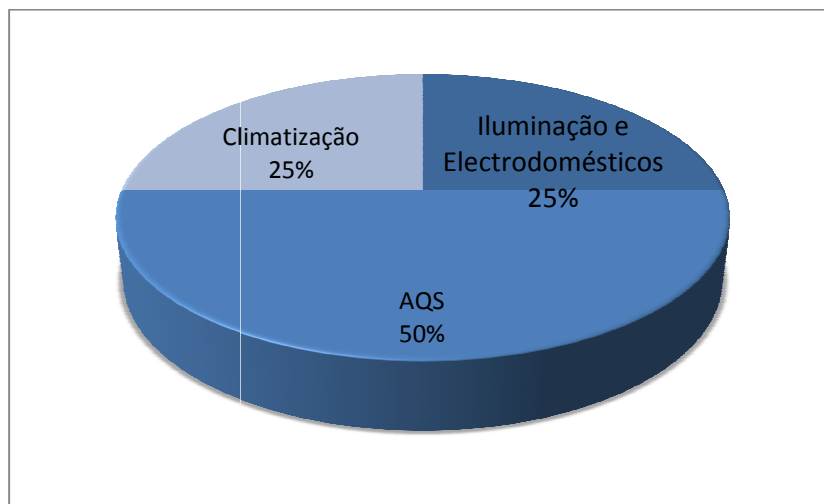


Figura 2.9 – Energia utilizada no sector doméstico

A energia utilizada no sector da construção goza de muitas fontes não renováveis e é a grande responsável pelas alterações climáticas. Na comunidade europeia, a construção e os terrenos que são ocupados por segmentos da construção, consomem cerca de 40% de toda a energia produzida.

Consumo de materiais

Segundo Pinheiro (2006), o consumo de bens e serviços obriga a um fluxo de materiais que origina efeitos ambientais, que vão desde a extracção dos materiais até a efeitos como a erosão e a respectiva deposição final, quando não utilizados.

O fluxo de materiais consumidos na globalidade das actividades humanas varia em função da sua tipologia. A água, a areia e a brita estão entre os fluxos com maiores quantitativos, embora em termos de impacte por tonelada movimentada os metais pesados, os pesticidas ou os químicos perigosos, pelas suas propriedades, possam originar maiores impactes unitários (Moll, 2003).

A quantificação dos materiais consumidos nas diferentes actividades tem vindo a ser determinada de várias formas, muitas das quais se baseiam nos trabalhos iniciais de Schmidt-Bleek no Instituto de Wupertal, na Alemanha, dedicados à quantificação da necessidade de materiais, quer directos, quer indirectos, para umas actividades ou para a globalidade das actividades executadas.

Necessidade de materiais directos

Os recursos extraídos e utilizados directamente para consumo são definidos como o *input* directo de materiais (DMI = *direct material input*), compreendendo os materiais extraídos internamente e os importados. O *input* directo doméstico de materiais (DMI) entre

1995 e 1997 na Europa dos 15, variou de 15 para 16 toneladas *per capita* e o DMI importado passou de 3 para 4 toneladas *per capita*.

Uma análise mais alargada (Moll, 2003) revela que o DMI doméstico se tem mantido constante, em torno de 16,5 ton/cap., e indicia um aumento de produtividade, se comparado com o rendimento (PNB *per capita*), o que revela um ligeiro aumento de eficiência.

No que se refere aos *inputs* directos dos recursos de cada país (DMI), a componente associada aos minerais para construção ronda os 40%, tendo atingido em Portugal 44% no ano de 2000. Importa mencionar que tal valor deve ser equacionado no contexto do maior peso e densidade dos materiais de construção face a outros materiais.

Entre 1980 e 2000 o acréscimo do DMI na Europa dos 15 foi de 5%, enquanto o aumento de consumo de materiais em Portugal foi de 45%, sendo que em Espanha e na Grécia foi de 54% e 52%, respectivamente, o que significa um caminho para uma economia com uma maior intensidade de materiais e, potencialmente, maiores impactes.

No contexto da natureza orgânica, que nos fornece muitos dos produtos que precisamos para sobreviver, temos de aprender a gerir a sua exploração, sabendo que não podemos explorar recursos para além dos limites de capacidade de regeneração do planeta (Tirone *et al.*, 2007).

Em relação à natureza inorgânica (que, hoje em dia, abrange ainda a grande maioria dos materiais de construção), o desenvolvimento sustentável não impõe que, por exemplo: não sejam extraídos minerais da crosta da terra para a construção de edifícios e infra-estruturas. Exige, no entanto, que tudo o que é extraído tenha o máximo valor acrescentado (e seja muito bem aproveitado), sem jamais colocar em risco o equilíbrio dos ecossistemas. E porque não aceitar o desafio da utilização de materiais orgânicos na construção?

A distância que os materiais percorrem para chegar ao local onde são utilizados, por exemplo, na construção de um edifício, tem também um impacte na medida em que o respectivo transporte utiliza energia. Devemos sempre que possível contemplar, em primeiro lugar, a possibilidade de especificar materiais que são explorados num raio de 100 quilómetros de distância do local da obra.

Para além da necessidade de utilizar os recursos naturais de forma eficiente, justa e responsável, quando é referido que a exploração excessiva de recursos não deve causar alterações na natureza, queremos, por um lado, indicar que é importante garantirmos que, em consequência dos recursos explorados, não se produzam na natureza concentrações nefastas de materiais ou gases, mas, por outro lado, indicar que a produção de substâncias e materiais pela sociedade devem respeitar o ritmo de absorção ou integração nos sistemas naturais, uma vez que cada metro quadrado da natureza que ocupamos com construções inertes para albergar as actividades humanas reduz a capacidade da terra de se regenerar e de produzir o que precisamos para nos alimentarmos e para os demais produtos consumíveis que ela nos fornece. Assim, é um desafio importantíssimo que as superfícies, que já conquistámos à terra, se tornem tão eficientes quanto possível, no sentido de satisfazerem o que faz falta às pessoas, evitando, a todo o custo, que se ocupem mais superfícies. Este é mais um motivo para que a reabilitação e a requalificação dos meios ambientes edificados existentes sejam uma prioridade.

A Habitação é um dos principais sectores que consomem maior número de recursos naturais, tanto em termos de construção como de manutenção dos edifícios e espaços envolventes (Pinheiro, 2006).

2.1.4 Sistemas de certificação da construção sustentável

Uma construção só pode ser considerada sustentável quando as diversas dimensões do desenvolvimento sustentável – ambientais, económicas, sociais e culturais – são ponderadas durante a fase de projecto e por sua vez, implementadas. Nos sistemas de certificação, o objectivo principal é reunir dados e reportar a informação. Esta servirá de base aos processos de decisão que decorrem durante as diversas fases do ciclo de vida de um edifício. São considerados parâmetros ao nível da escala do edifício e também se podem considerar parâmetros que avaliem a interacção do edifício com o meio em que está inserido. Normalmente, os parâmetros que servem de apoio à avaliação da sustentabilidade estão relacionados directa ou indirectamente com os seguintes objectivos:

- redução da utilização de energia e materiais não renováveis;
- redução do consumo de água;
- redução da produção de emissões;
- resíduos e outros poluentes.

Nas diferentes metodologias de avaliação da sustentabilidade, normalmente é possível identificar os seguintes objectivos: optimização do potencial do local, preservação da identidade regional e cultural, minimização do consumo de energia, protecção e conservação dos recursos de água, utilização de materiais e produtos de baixo impacte ambiental, adequada qualidade do ambiente interior e optimização das fases de operação e manutenção. (Bragança *et al.*, 2006).

Segundo Cole (1998), a definição de edifício eficiente pode variar de acordo com os vários intervenientes. Por exemplo, o proprietário do edifício deseja que o mesmo seja lucrativo, enquanto os ocupantes podem estar mais interessados com a qualidade do ar interior, conforto, saúde ou questões de segurança. A utilização de um único método para avaliar todas estas características torna-se difícil, mas uma avaliação que englobe todos estes pontos de vista e interesses torna-se ideal. Assim, têm sido já desenvolvidos sistemas de avaliação completos que englobam os diferentes parâmetros de um edifício, de modo a classificar os seus desempenhos (Ding, 2007).

Internacionalmente existem dois principais sistemas de avaliação de desempenho sustentável aplicados a edifícios, o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) e o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). O BREEAM surgiu em 1988 e foi o primeiro dos sistemas de avaliação de desempenho, seguindo-se o LEED, em 1998. Em Portugal, existe desde 2005 o sistema de certificação Lidera.

Em sistemas como o BREEAM e o LEED a avaliação é baseada numa *checklist* de projecto que reúne uma série de pré-requisitos e pontuações associadas a determinadas metas de projecto e de desempenho. Uma das condições para se obter o reconhecimento é

o cumprimento de todos os pré-requisitos. Quando o edifício cumpre ou excede o desempenho pretendido para cada parâmetro, um ou mais “pontos” podem ser obtidos. O somatório de todos os pontos determina o desempenho global do edifício (Bragança *et al.*, 2006).

A existência de um método de avaliação da sustentabilidade ambiental na construção reflecte a importância e o impact do conceito de construção sustentável. A principal função de uma avaliação ambiental sustentável na construção é fornecer tanto aos utilizadores, como aos proprietários as características e os critérios necessários para um padrão ambiental mais elevado. Com isto, a consciência ambiental das práticas de construção aumenta e toda indústria da construção pode avançar para a protecção do ambiente em busca da sustentabilidade (Ding, 2007).

Do elevado número de condicionantes que cada sistema de certificação tem, seguindo o tema desta dissertação, dar-se-á apenas destaque à componente da água nos edifícios de habitação.

2.1.4.1 BREEAM

O sistema BREEAM, foi desenvolvido no Reino Unido pelo BRE – Building Research Establishment Ltd. e o sector privado, em parceria com a indústria, em 1988, tendo vindo a ser criadas diferentes versões aplicáveis a usos que vão desde a habitação até aos escritórios (Pinheiro, 2006).

Segundo o código para as habitações sustentáveis, BREEAM (2009), a avaliação através do Sistema BREEAM funciona com base da atribuição de créditos ao edifício, sempre que se verifique que determinados requisitos, organizados em categorias, são cumpridos. Às categorias são atribuídos pesos específicos, de acordo com a relevância determinada pelo sistema para a tipologia de edifício em causa. O conjunto de créditos e pesos de categorias permite assim obter um índice de desempenho ambiental do edifício. Os objectivos principais deste sistema consistem em estabelecer critérios e padrões que vão além do imposto na legislação, encorajar a utilização das melhores práticas ambientais em todas as fases dos edifícios e distinguir edifícios com reduzido impacte ambiental no mercado (Pinheiro, 2006).

No sistema de certificação BREEAM o desempenho energético é avaliado em nove categorias ambientais, uma das quais é a água que por sua vez, se subdivide em consumo interno e consumo externo. Dos 104 pontos possíveis no BREEAM, 6 pontos estão directamente associados com a eficiência da água. Neste sistema de certificação todas as categorias têm pesos diferentes. Neste caso, cada ponto na categoria da água contribui com um factor de 1,5, sendo a categoria em que cada ponto vale mais, contribuindo assim para a classificação final com um peso de 9% na categoria da eficiência da água (Tabela 2.1).

A classificação é feita com base no consumo de água interno, para consumo próprio e externo, para irrigação.

Tabela 2.1 – Categorias do BREEAM

Impacte ambiental	Pontos totais por categoria	Peso de cada categoria	Peso aproximado de cada ponto
Energia e emissões de CO ₂	29	36,4	1,26
Água	6	9,0	1,50
Materiais	24	7,2	0,30
Efluentes	4	2,2	0,55
Resíduos	7	6,4	0,91
Poluição	4	2,8	0,70
Saúde e Conforto	12	14,0	1,17
Gestão Ambiental	9	10,0	1,11
Ecologia	9	12,0	1,33
Total	-	100,0	-

O consumo de água interno tem 5 pontos possíveis e é uma categoria obrigatória, sendo que sem o sistema de redução do uso de água não é atribuída certificação. O objectivo é, através de sistemas de reciclagem de água e aparelhos integrados de eficiência de água, reduzir o consumo de água potável nas habitações em todas as fontes de consumo, incluindo água de poços.

Os pontos são atribuídos da seguinte maneira (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Pontuação relativa ao consumo interno de água

Consumo de Água (litros/pessoa/dia)	Pontos
≤ 120 l/p/dia	1
≤ 110 l/p/dia	2
≤ 105 l/p/dia	3
≤ 90 l/p/dia	4
≤ 80 l/p/dia	5

O consumo de água externo (irrigação) tem apenas um ponto disponível e não é um requisito da certificação. O objectivo é incentivar a reciclagem da água da chuva e reduzir a quantidade de água potável utilizada para uso externo.

Um ponto extra é atribuído “sempre que um sistema com tamanho suficiente e eficiente seja instalado no sistema de recolha de águas pluviais para uso externo/interno de irrigação na construção de uma moradia com jardim, quintal ou espaço comum ajardinado”, ou, de um modo geral, é atribuído um ponto se “não existir espaço ajardinado”.

2.1.4.2 LEED

De acordo com o guia de aplicação LEED para novas construções, LEED (2009), o sistema de certificação LEED foi desenvolvido nos Estados Unidos pelo US Green Building Control USGBC. Esta entidade não governamental tem em vista promover edifícios que são ambientalmente responsáveis e lucrativos, bem como lugares saudáveis para viver e

trabalhar. Através de técnicas tecnológicas comprovadas, o sistema avalia o desempenho ambiental do edifício ao longo das suas fases do ciclo de vida.

Estão disponíveis muitas versões do LEED destinadas a diferentes utilizações. Para novas construções e projectos de renovação é utilizado o LEED-NC (New Construction and Major Renovations). Para operações de manutenção e melhoria sustentável de edifícios existentes existe ainda o LEED-EB (Existing Buildings).

O sistema está organizado em 5 categorias ambientais diferentes, sendo uma das quais a Eficiência da Água. Dos 100 pontos possíveis no LEED, apenas 10 estão directamente associados à eficiência da água, ou seja, no sistema LEED a eficiência da água tem um peso de 10% para a atribuição do certificado de edifício verde LEED.

Estes 10 pontos são repartidos entre três sectores de eficiência da água:

1ª parte – paisagismo eficiente – 2 a 4 pontos;

2ª parte – tecnologias inovadoras de águas residuais – 2 pontos;

3ª parte – redução do consumo de água – 2 a 4 pontos.

Paisagismo eficiente

O objectivo do paisagismo eficiente é o de "limitar ou eliminar o uso de água potável, bem como outros recursos de água subterrânea disponível no ou perto do local do projecto, para a irrigação." Dois pontos são concedidos para uma redução de 50% no consumo de água para a irrigação de um caso de referência calculado em meados do Verão, e um total de 4 pontos são concedidos para uma redução de 100%.

Tecnologias inovadoras de águas residuais

A intenção das Tecnologias inovadoras de águas residuais é "reduzir a produção de águas residuais e a extracção de água potável, e manter a capacidade de recarga do aquífero local." São concebidos 2 pontos tanto para reduzir o uso de água potável para o transporte de esgoto em 50%, como para tratar 50% das águas residuais no local às normas de nível superior (com a água tratada infiltrada ou utilizada no local). O tratamento terciário é o estágio final de tratamento, antes de a água poder ser descarregada no o meio ambiente.

Redução do consumo de água

A intenção da redução do consumo de água é aumentar ainda mais a eficiência da água dentro dos edifícios e reduzir a carga sobre o abastecimento de água e esgoto dos sistemas municipais. Os pontos são atribuídos consoante a percentagem (%) de redução do consumo (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 – Pontos atribuídos consoante a percentagem de redução

Percentagem de redução	Pontos
30%	2
35%	3
40%	4

Os cálculos são baseados no uso estimado dos ocupantes e devem incluir dispositivos eficientes com um caudal de acordo com o da tabela seguinte (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 – Caudais para os diversos dispositivos

Dispositivos	Caudal*
Autoclismos	6,05 lpd** ¹
Torneiras de lavatórios	8,34 lpm** ²
Torneiras de lava-louças	8,34 lpm
Chuveiros	9,46 lpm

*valores em litros convertidos e aproximados dos valores originais da norma americana em galões

**¹ - lpd – litros por descarga

**² - lpm – litros por minuto

2.1.4.3 LIDERA

De acordo com a versão de trabalho do sistema Lidera, LIDERA (2009), este sistema de certificação encontra-se dividido em seis categorias: conforto ambiental, integração local, vivência sócioeconómica, consumo de recursos, cargas ambientais, gestão ambiental e inovação (Figura 2.10).



Figura 2.10 – Vertentes e áreas do sistema LIDERA

No sistema de certificação LIDERA a água é o segundo factor de maior importância, contribuindo com 8% da classificação final para permitir avaliar o desempenho ambiental e o respectivo nível de procura da sustentabilidade.

O sistema subdivide-se então em duas categorias:

Consumo de água (potável) – a utilização sustentável da água pressupõe uma estratégia de redução dos consumos, que pode ser obtida através da adequação da água à

sua utilização, bem como através da eficácia dessa mesma utilização, podendo ser reforçada com a implementação de mecanismos de reutilização das águas ou, caso tal seja possível, com a utilização de águas de menor qualidade associadas aos fins a que se destinam.

Gestão das águas locais – é fundamental contribuir para o ciclo natural da água, através da naturalização da gestão das águas no local, nomeadamente não aumentando os escoamentos superficiais e atenuando os eventuais efeitos de picos/cheias em momentos de pluviosidade. Deve criar-se um sistema naturalizado de gestão das águas pluviais, permitindo a sua infiltração e drenagem para linhas de água naturais e a retenção de poluentes em zonas com eventuais contaminantes.

Os três sistemas de avaliação da sustentabilidade são semelhantes no que lhes compete à avaliação da sustentabilidade, diferindo maioritariamente na importância que cada sistema dá a determinada categoria e às suas subdivisões. No que diz respeito à avaliação da sustentabilidade da água, o sistema LEED é o que tem maior percentagem dos três, na medida em que a água tem um peso de 10% na classificação final face aos 9% do sistema BREEAM e aos 8% do sistema LIDERA. É ainda de salientar a proposta do sistema BREEAM que refere consumos inferiores a 80 l/hab.dia, sendo uma meta a alcançar no Reino Unido.

2.1.5 O sector da construção em Portugal

Segundo a AEP (2007) o sector da construção é tradicionalmente apontado como um motor da economia e gerador de emprego, sendo responsável, segundo dados de 2005, por 6% do Valor Acrescentado Bruto (VAB) e 10,7% do emprego.

Segundo as Estatísticas das Empresas do INE, em 2004 o sector da Construção tinha cerca de 113 mil empresas (com um volume de negócios médio por empresa de 275 mil euros), maioritariamente de pequena dimensão e regionalmente concentradas no Norte (27,3% das empresas e 32,2% do emprego) e Centro do país (31% das empresas e 24,9% do emprego), embora a região de Lisboa contasse com um quarto das empresas e também um pouco acima de um quarto do emprego neste sector.

O grau de concentração empresarial do sector é relativamente baixo, embora tenha vindo a aumentar. Em 2004, as dez maiores empresas do sector reforçaram o seu grau de concentração, representando 12,3% do volume de negócios e 3,5% do emprego.

O sector apresenta uma cadeia de valor muito alargada, gerando efeitos multiplicadores, quer a montante, quer a jusante. Por outro lado, trata-se de um sector bastante sensível a variações do ciclo económico. Esta é, aliás, uma das razões apontadas para a evolução negativa a que o sector tem estado sujeito nos últimos anos, passando o respectivo *output* a evidenciar, desde 2002, quebras sucessivas, assistindo-se a uma queda especialmente acentuada do VAB do sector em 2003, ano em que a crise económica foi mais acentuada (AEP, 2007).

Actualmente, apesar de surgirem alguns sinais positivos, a crise na construção está longe de ser ultrapassada. Visto que os mínimos históricos apurados nos primeiros meses

de 2009 foram ultrapassados, as opiniões dos empresários evidenciam sinais de recuperação relativamente à actividade das suas empresas e às perspectivas de evolução futura. Não obstante, mantêm-se muito desfavoráveis as indicações, que se encontram disponíveis, fornecidas pela generalidade dos dados quantitativos:

- associados ao consumo de materiais, com uma quebra de 15,5% no consumo de cimento até Setembro;
- referentes ao nível de desemprego com origem na construção (57,6 mil pessoas e a maior taxa de crescimento em toda a economia, +73% em Agosto);
- relativos ao licenciamento de novos fogos habitacionais (-49% até Agosto) e à área licenciada para construção não residencial (-30%, durante os primeiros oito meses do ano).

De acordo com este enquadramento desfavorável, os responsáveis pelas empresas do sector mantêm uma avaliação negativa da situação financeira e continuam a assinalar fortes condicionantes à normal actividade das empresas, nomeadamente a reduzida procura que lhes é dirigida e os atrasos nos pagamentos por parte do Estado (FEPICOP, 2009).

Evolução nos diferentes segmentos da construção

Na base do abrandamento da actividade da construção de edifícios de habitação e não residenciais privados encontra-se a forte diminuição, verificada na emissão de licenças para construção já prolongada no tempo. Deste modo e após nove anos consecutivos de redução no número de fogos habitacionais licenciados, nos primeiros oito meses de 2009 foram apenas licenciados cerca de 17,5 mil novos fogos, representando uma redução de 48,5% face a igual período de 2008. Em termos de área associada a essas licenças, a redução homóloga de 43,5%, apesar de ligeiramente menos intensa, é ainda assim muito significativa. No que respeita à construção de edifícios não residenciais privados, a quebra face aos mesmos 8 meses de 2008 em termos de área licenciada ultrapassa os 30%, com particular destaque para os casos dos edifícios destinados a transportes (-87%, embora com pouco peso no total) e dos destinados ao turismo (-56%, responsável por 8,2% do total da área licenciada). Por seu turno, as parcelas mais significativas (comércio: 25,6% e Indústria: 23%), sofrem reduções de 38% e 17%, respectivamente, na área licenciada para esses fins (FEPICOP, 2009).

De seguida, são apresentados os novos fogos construídos em Portugal no ano de 2006 (Tabela 2.5), podendo constatar-se que foram construídas cerca de 67500 novas habitações em Portugal. Face a estes números, existe uma grande relação directa entre os produtos e materiais consumidos nas construções de edifícios, e os potenciais habitantes das novas casas, que irão consumir igualmente muitos recursos energéticos.

Tabela 2.5 – Novas habitações em Portugal (INE, 2009)

Localização geográfica	Número de habitações por tipologia de fogo				
	Total	T0 ou T1	T2	T3	T4 ou >
Portugal	67525	6486	19199	30928	10910
Continente	62697	5787	17492	28903	10514
Região Autónoma dos Açores	1545	142	434	722	247
Região Autónoma da Madeira	3283	557	1273	1303	149

2.2 O edifício de habitação como veículo consumidor do recurso em todo o seu ciclo de vida

Aspectos e impactes ambientais relacionados com a construção

A construção de novos edifícios tem um enorme impacte no meio ambiente envolvente. A indústria da construção civil produz os “produtos” de maiores dimensões físicas do planeta e, conseqüentemente, a quantidade de recursos utilizados é muito elevada. Sendo que a quantidade de recursos aplicados é alta, também será a quantidade de resíduos gerados, especialmente durante as etapas de Construção e Desconstrução (Degani *et al.*, 2002).

De um modo geral, as alterações aos sistemas ambientais de base construída, se efectuadas dentro dos seus limites, têm contributos muito positivos (embora igualmente alguns impactes e riscos ambientais) para a paisagem construída, espaços urbanos, infra-estruturas, espaços edificados e dinâmica socioeconómica. Os impactes da construção em espaços urbanos dependem do respeito pelas características e qualidades existentes (por exemplo, patrimoniais) e pelos limites das capacidades dos espaços construídos (por exemplo, nas infra-estruturas e nas suas capacidades).

As actividades associadas à construção de ambientes fabricados, infra-estruturas e edifícios, bem como os seus efeitos ambientais, variam com as suas tipologias e ao longo da vida das construções. "A forma como as estruturas construídas são obtidas e erguidas, usadas e operadas, mantidas e reparadas, modernizadas e reabilitadas e finalmente desmanteladas (e reutilizadas) ou demolidas (e recicladas), constituem o ciclo completo das actividades construtivas sustentáveis" (Pinheiro, 2006). Para tal ser realizado do modo mais adequado, todos os edifícios seguem um ciclo metódico ao longo do tempo, chamado “ciclo de vida de um edifício”.

2.2.1 O ciclo de vida de um edifício

O ciclo de vida de um edifício inicia-se na Concepção (Planeamento) e continua até à Desconstrução, passando pela Construção e Operação (Figura 2.11). A maior expressão em termos de consumo de recursos encontra-se nas fases de Construção e Desconstrução, enquanto que na fase de Operação e Utilização o consumo seja elevado é um consumo maioritariamente energético.

Sendo a vida útil de um edifício projectado para 40 anos, sabemos sempre que com as acções de manutenção devidas os edifícios acabam por perdurar muitos mais anos do que o inicialmente previsto. As durações das diversas fases têm tempos muito diferentes e nem sempre é sensato compará-las. A fase de Construção dura alguns meses ou mesmo um número pequeno de anos, enquanto a fase de Operação durará sempre muitos anos.

Isto significa que o consumo energético do edifício, nunca poderá ser calculado de forma exacta ao longo da sua vida útil, para além de que, o seu tempo de vida útil pode ser ou não uma incógnita no futuro. O desenvolvimento de novas tecnologias e novas práticas de consumos merecem por isto a atenção devida. É feito um cálculo do consumo energético com as diversas actividades na sua Utilização, bem como a sua Manutenção, sendo que quanto mais durar o edifício, a carga energética no acto da demolição será igual, pois os materiais utilizados na concepção e manutenção encontram-se ainda no edifício.

A geração de resíduos sólidos e líquidos em todas as fases do ciclo de vida de um edifício contruibui para a poluição do solo, sobrecarregando os aterros sanitários e, também, para a poluição das águas pela emissão de efluentes líquidos. Atribui-se às perdas e desperdícios, grande parte da responsabilidade pelo elevado volume de resíduos descartados nas fases do ciclo de vida de um edifício (Degani *et al.*, 2002). Os impactes dos edifícios, tal como os das restantes estruturas, reflectem-se de formas diferentes nas diferentes fases do seu ciclo de vida, desde a Concepção à Desconstrução.

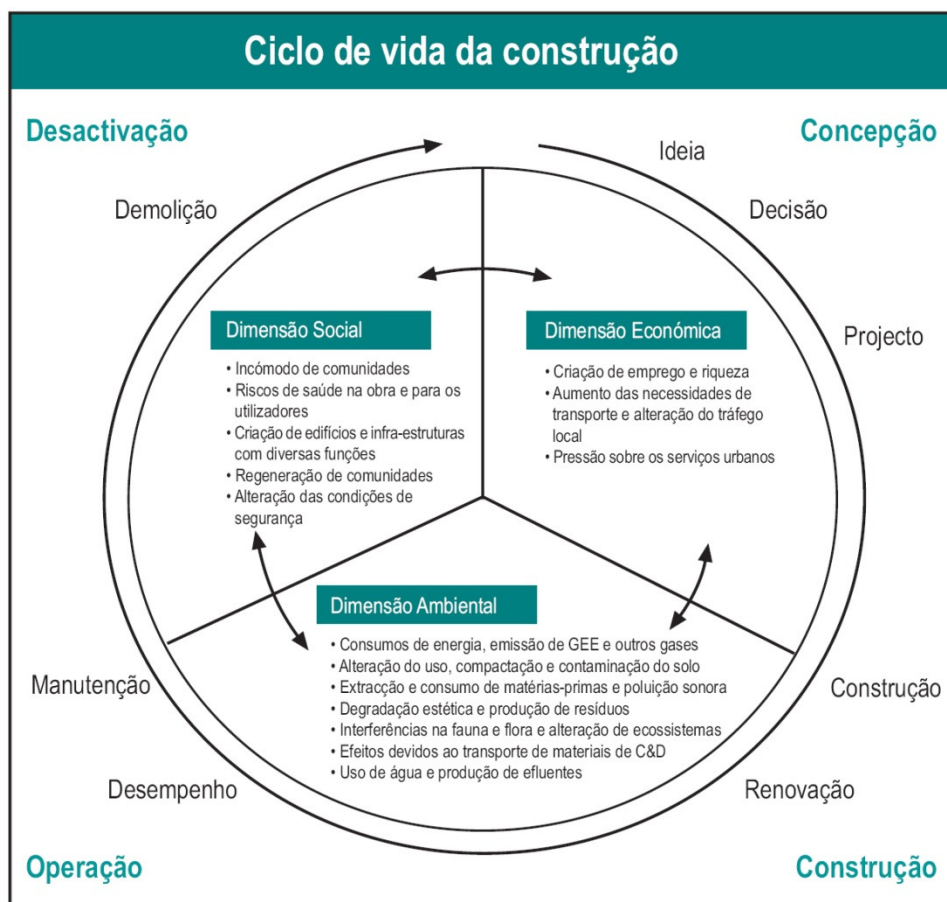


Figura 2.11 – Ciclo de vida da construção (Pinheiro, 2006)

2.2.2 Planeamento e concepção

A fase de planeamento e concepção consiste no levantamento das condições que permitem executar o projecto, até à sua elaboração. É uma fase em que a escala temporal varia entre meses, podendo por vezes atingir alguns anos, nomeadamente ao envolver as actividades de autorização dos projectos para a sua construção.

No que se refere ao planeamento e localização, esta é uma actividade muito importante, associando-se os efeitos no local pelo que o impacte resulta do traçado, da localização, da ocupação do solo, dos materiais a utilizar, entre outros.

No projecto podem incluir-se o estudo prévio e o projecto de execução. Esta fase é, provavelmente, a mais importante do processo, pois é nesta altura que se tomam as principais decisões referentes ao local, à concepção, aos fornecedores, aos materiais a utilizar, às necessidades energéticas e de água e outras, cujas consequências se irão reflectir nas restantes fases do ciclo de vida da construção.

Deste modo, é nesta fase que se tomam as principais decisões a que muitos dos impactes ambientais, que ocorrem posteriormente, estão associados e são, essencialmente, provocados nas outras fases.

Normalmente, nesta fase, os efeitos ambientais directos estão associados aos trabalhos de concepção e levantamentos efectuados, para obtenção de dados. Em termos de dimensão, os impactes efectivos desta fase são muito reduzidos e quase sem significado quando comparados com as restantes fases (Pinheiro, 2006).

Dependendo da dimensão do projecto pode ser necessário efectuar análises do terreno (sondagens), diferentes dos simples levantamentos topográficos, em que estes podem evidenciar um consumo mais alargado de energia. É importante que nesta fase todos os requisitos do cliente fiquem satisfeitos, pois só assim associando-se à tomada de decisões, poder-se-á reduzir os impactes na construção e na operação, quer a nível dos materiais, quer a nível energético. É na construção de um edifício que vamos criar bases fortes para a sua evolução ou seja, é nela que reside a sua sobrevivência futura ou não, estando inerente a sustentabilidade dessa construção.

2.2.3 Construção

Na fase de construção incluem-se todas as acções que vão desde o concurso e o início da construção propriamente dita, até à recepção da obra por parte do proprietário, numa escala temporal que pode ir de dias a alguns anos, embora a unidade de referência sejam os meses.

Na fase de construção a atenção recai, sobretudo, sobre a forma de desenvolvimento do processo construtivo, sendo esta associada, essencialmente, à intervenção no local, com alteração do uso do solo, consumo de matérias-primas, energia e água e alterações nos ambientes natural e/ou construído.

Para execução das construções, torna-se necessário extrair e consumir matérias-primas. Esta fase (e a fase de renovação) é dominante no que se refere à necessidade de materiais na construção. Os impactes da extracção, ou transformação, são também importantes, ainda que, na maior parte dos casos, sejam da responsabilidade da indústria produtora, pois não são específicos do sector da construção. No caso das estruturas edificadas estima-se que o impacte devido aos materiais represente cerca de 10-20% do impacte de um edifício, em todo o seu ciclo de vida (Edwards, 2003).

Estas actividades necessitam de energia e, conseqüentemente, produzem emissões, aumentam a necessidade de transportes (devido ao transporte de materiais de construção), o que por sua vez aumenta o tráfego, o consumo de combustível e as emissões atmosféricas, cria poluição acústica e vibrações e provoca a degradação estética do local.

Um problema causado com as novas construções e com construções existentes é o aumento das zonas impermeabilizadas, o que faz ampliar a escorrência superficial que por sua vez origina maior drenagem superficial e o aumento da probabilidade de cheias.

As actividades construtivas nas zonas de ambientes naturais, ou na sua proximidade, ao serem intrusivas, provocam claramente interferências na fauna e na flora e alterações na dinâmica dos ecossistemas. As obras em si, em ambientes construídos, traduzem-se em interferências e incómodos para as comunidades, nomeadamente alterações no tráfego local (devido à circulação dos veículos de e para a obra e possivelmente devido a alterações do traçados das vias rodoviárias) e alterações das condições de segurança.

A fase de construção é, claramente, a que induz impactes mais relevantes e alterações mais significativas, em curtos períodos de tempo, nos sistemas ambientais, em termos de ocupação de solo e alteração dos ecossistemas e paisagem. Em particular, deve ser enfatizado que, num período curto, esta fase gera alterações muito relevantes (Pinheiro, 2008).

2.2.4 Operação

A fase de operação estende-se desde a recepção da obra por parte do proprietário, até ao fim da utilização do empreendimento. Nesta podem incluir-se, também, as operações de manutenção e renovações pontuais. A manutenção é uma actividade fundamental, compreendendo a execução de actividades, incluindo construtivas, que devem ter um carácter periódico e preventivo.

Os impactes relevantes associados ao empreendimento edificado, decorrentes da sua operação, resultam: no consumo de energia, de água e de materiais e na produção de resíduos, de efluentes e de emissões atmosféricas, com conseqüentes impactes directos.

O consumo de materiais para o funcionamento nos edifícios é uma componente importante. Os edifícios funcionam como armazenamento de materiais, decorrentes do facto de as estruturas construídas acumularem uma importante parte dos materiais extraídos, por períodos alargados (dezenas de anos).

Em Portugal, como se referiu, a operação dos edifícios, segundo dados do balanço energético nacional de 2008, corresponde a cerca de 21,8% do consumo final de energia, isto é um consumo total de 3,5 Mtep (milhões de toneladas equivalente de petróleo), sendo 12,9% dos edifícios residenciais e os restantes 8,9% referentes aos de serviços (DGEG, 2009).

Durante os últimos oito anos o Instituto de Wuppertal tem trabalhado, também, na área da eficiência dos recursos da construção e dos edifícios, após analisar (Wallbaum, 2003) a intensidade de materiais em mais de cem edifícios não nacionais, evidenciou que os novos edifícios dispõem de menor intensidade em materiais na sua fase de uso, apontando para o facto de um apartamento ter um requisito de materiais (TMR) na ordem de 122 kg/m² por ano.

Os materiais não aproveitados, na operação e manutenção, dão origem a resíduos. Em Portugal, no ano de 2001, foram recolhidos pelos sistemas municipais entre 4 (REA, 2006) a 4,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (INE, 2002). Para além destes são também produzidos resíduos associados às actividades de renovação.

Existe igualmente um conjunto de emissões interiores e exteriores de outras substâncias. Por exemplo, cerca de metade dos CFC produzidos no mundo inteiro são usados na refrigeração de sistemas de ar condicionado e na refrigeração de edifícios, em sistemas de extinção de incêndios e em sistemas de isolamento (Pearce, 2001).

Como se referiu, um dos efeitos indirectos, também associados aos edifícios, prende-se com o aumento das necessidades de transporte e a alteração do tráfego local, a pressão sobre os serviços urbanos e a geração de emprego e riqueza.

A operação dos empreendimentos edificados, embora os seus efeitos sejam mais discretos, lentos e progressivos ao longo de usualmente várias dezenas de anos, acaba por consumir diversos recursos, gerar emissões, alterar os sistemas ambientais naturais e construídos, de forma mais significativa do que a fase de construção (Pinheiro, 2006).

2.2.5 Renovação e desconstrução

As fases de manutenção e renovação representam cerca de 1/3 das actividades construtivas na Europa (CICA, 2002), enquanto que em Portugal representavam, no ano de 1997, apenas 4% do total (Canha da Piedade, 2003). Os dados de 2003 do INE apontam para que das obras efectuadas nos 47 585 edifícios, apenas 4% sejam de reconstrução e 13% consistam em alterações e ampliações.

Esta é uma fase desenvolvida pelo sector da construção civil, com a mesma tipologia de efeitos anteriormente descritos para a construção, sendo de destacar que, dada a forma de eliminação ou substituição (desconstrução), ela se traduz num importante acréscimo, do ponto de vista de produção de resíduos.

Os restantes impactes são, no geral, mais reduzidos no que se refere ao consumo de materiais, existindo, contudo, impactes importantes ao nível da energia, das emissões

(nomeadamente, de ruído e vibrações) e, em especial, dos resíduos (embora a nível nacional o seu valor seja, por enquanto, reduzido).

Se bem que, em Portugal, a desconstrução (ou demolição) seja ainda reduzida, a nível Europeu tal fenómeno é precisamente inverso, levando a que os resíduos de construção rondem os 10-20%, os resíduos de remodelação, reabilitação e renovação 30-50% e os resíduos de demolição 40-50%. Por exemplo, em França, cerca de 43% dos resíduos da construção civil provêm da fase de demolição (Teixeira, 2004).

Os impactes dependem da forma como a intervenção é efectuada e da presença, ou não, de uma perspectiva de reutilização, ou reciclagem, dos resíduos produzidos, atenuando-se assim as necessidades de vazadouros e conduzindo a uma menor procura de novos materiais, não deixando, no entanto, de existir consumos de energia e, pontualmente, emissões na reciclagem de produtos de demolição (Pinheiro, 2006).

2.3 Água enquanto recurso

A água não é um produto comercial como outro qualquer, mas um património que deve ser protegido, defendido e tratado como tal.

Na comunidade, a água encontra-se sujeita a uma pressão crescente, devido ao contínuo aumento da procura de quantidades suficientes de água de boa qualidade para diversos fins.

Esta é um recurso indispensável à grande maioria das actividades económicas, nomeadamente da agricultura e da indústria, com uma influência decisiva na qualidade de vida das populações, nomeadamente nas áreas do abastecimento de água e da drenagem e tratamento (Diário da República, 2000).

2.3.1 Quantidades de água na Terra

O volume total de água na Terra é de cerca de 1400 milhões de km^3 (Tabela 2.7), dos quais apenas 2,5%, isto é, 35 milhões de km^3 correspondem a água doce. A maior parte desta água encontra-se nos glaciares, não sendo utilizada para o consumo. Assim, as principais fontes disponíveis para o consumo humano são os lagos, rios, as águas no solo e os aquíferos subterrâneos, o que perfaz cerca de 200000 km^3 de água, menos de 1% do total de água doce e apenas 0,01% de toda a água na Terra.

Grande parte desta água disponível está localizada longe das populações, o que complica ainda mais as questões de uso da água. A reposição de água doce depende da evaporação da superfície dos oceanos, cerca de 505000 km^3 evaporam dos oceanos anualmente e 72000 km^3 evaporam da terra. Cerca de 80% (458000 km^3/ano) desta água voltam a cair no oceano e a restante quantidade, 119000 km^3/ano , na terra. Esta diferença entre a precipitação sobre a superfície terrestre e evaporação das superfícies, 47000 km^3 , está relacionada com as águas que dão origem à recarga dos aquíferos (GE03, 2002).

O Ártico detém grande parte do abastecimento de água doce do mundo e a sua paisagem é dominada por sistemas de água doce. Os dois principais campos de gelo permanente são o calote do Oceano Ártico (8 milhões de km²) e o calote da Groenlândia (1,7 milhões de km²), que juntos detêm 10% da água doce do mundo. O Ártico tem vários dos maiores rios do mundo, que descarregam anualmente 4200 km³ de água doce no Oceano Ártico, juntamente com cerca de 221 milhões de toneladas de sedimentos.

Embora o calote de gelo da Antártida seja o maior corpo de água doce do mundo, aqui também existem fluxos sazonais e rios, lagos e lagoas. As fontes de água doce são capturadas nas geleiras, que ocorrem em muitas zonas costeiras das regiões da Antártida. Todos esses recursos de água doce são potencialmente ameaçados pela poluição, por cientistas e por turistas. Os lagos de água doce são encontrados principalmente nas regiões litorais e estão expostos a potenciais contaminações, devido às actividades humanas.

Tabela 2.6 – Quantidades de água na Terra (GEO3, 2002)

Água na Terra	Volume (1 000 km ³)	% do total de água	% total de água doce
Água Salgada			
Oceanos	133800	96,54	
Águas salobras	12870	0,93	
Lagos salgados	85	0,006	
Água Doce			
Glaciares e neves permanentes	24064	1,74	68,7
Água doce subterrânea	10530	0,76	30,06
Gelo subterrâneo	300	0,022	0,86
Lagos de água doce	91	0,007	0,26
Água no solo	16,5	0,001	0,05
Vapor atmosférico	12,9	0,001	0,04
Zonas húmidas e pântanos	11,5	0,001	0,03
Rios	2,12	0,0002	0,006
Incorporada na biota	1,12	0,0001	0,003
Total de Água	1386000	100	
Total de Água Doce	35029		100

Em 1970, as observações revelaram a existência de grandes lagos sob o manto de gelo nas regiões centrais do continente. O Lago Vostok tem cerca de 220 km de comprimento por 70 km de largura, contem cerca de 2000 km³ de água e é o maior dos 70 lagos glaciais conhecidos hoje. [A importância mundial dos lagos glaciais é que estes não foram expostos à atmosfera durante os últimos 500000 anos e, portanto, mantêm um arquivo único do ambiente passado (GEO3, 2002)].

2.3.2 Escassez da água

Apesar de o acesso à água potável estar a crescer, [em 1990 cerca de 79% da população (4,1 biliões) tinham acesso a água potável e em 2000 o número corresponde a cerca de 82% (4,9 biliões)], 1,1 biliões de pessoas ainda não tem acesso a água potável e 2,4 biliões não têm acesso a saneamento básico, o que leva a mais de 5 milhões de mortes por ano. Cerca de um terço da população mundial vive em países com um nível

moderado a elevado de *stress* hídrico, onde o consumo de água é superior a 10% dos recursos de água doce renováveis, e dentro de 25 anos, dois terços da população viverá nestas condições.

Os aumentos das necessidades de água têm se verificado devido ao crescimento da população, ao desenvolvimento industrial e à expansão da agricultura. Para as populações mais pobres do mundo, as maiores ameaças para a saúde, continuam a ser a da utilização de água não potável. Estima-se que o consumo da água em 2020 aumente 40% e 17% da água será necessária para a produção alimentar de modo a atender às necessidades do crescimento populacional.

A agricultura é a principal responsável pelo consumo de água nos países desenvolvidos. Nas últimas décadas o desvio dos rios tem sido uma das principais formas de assegurar água para a irrigação, geração de energia hidroeléctrica e uso doméstico. Cerca de 60% dos 227 maiores rios do mundo têm sido fortemente ou moderadamente alterados por barragens, desvios e canais, causando efeitos nos ecossistemas de água doce. No entanto estas infra-estruturas têm proporcionado benefícios importantes no aumento da produção alimentar e energia hídrica.

A agricultura é responsável por mais de 70% da água doce extraída. A maioria é utilizada para a irrigação, o que corresponde a cerca de 40% da produção mundial de alimentos. Ao longo dos últimos 30 anos, a área de terra irrigada aumentou de menos de 200 milhões de hectares a mais 270 milhões hectares. Durante o mesmo período, o levantamento global da água subiu de cerca de 2 500 km³ para mais de 3 500 km³. Uma gestão pobre resultou na salinização de aproximadamente 20% das terras irrigadas do mundo, com uma perda adicional de 1,5 milhões de hectares que são afectados anualmente, o que faz reduzir significativamente as áreas cultivadas.

Cerca de 2 biliões de pessoas, aproximadamente um terço da população mundial, dependem de fontes de águas subterrâneas. Desde modo é extraída cerca de 20 % da água mundial (600 a 700 km³) por ano – em grande parte de aquíferos rasos.

As questões da utilização e qualidade das águas subterrâneas têm até há pouco tempo recebido muito menos atenção (em especial em algumas regiões em desenvolvimento) que a água de superfície (GEO3, 2002).

3 O recurso água

3.1 Procura de água

Segundo Baptista (2001), Portugal necessita actualmente de $7500 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ de água, o que equivale a um valor de 1880 milhões de euros. Em termos da utilização deste volume de água, a maior fatia encontra-se no sector agrícola, no regadio individual, que utiliza rega por gravidade e que conta com cerca de $6550 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (87% do total). Segue-se a utilização doméstica (principalmente duches e banhos e descargas de autoclismos) no abastecimento urbano às populações com $570 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (8% do total) e por fim, a indústria transformadora, que utiliza $385 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (5% do total) (Figura 3.1).

Em 2006, o volume de água captado atingiu os 910900 milhares de m^3 , o que representou uma redução de cerca de 16% relativamente a 2005 (REA, 2007).

No Continente, em 2006, cerca de 66,7% do volume de água captado para abastecimento urbano teve origem em massas de água superficiais, invertendo-se esta situação nas Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira, onde se observou que cerca de 97,1% e 99,0% do volume captado foi de origem subterrânea, respectivamente (REA, 2007).

Entre 2005 e 2006, o fornecimento de água ao sector doméstico aumentou cerca de 6,6% e o volume de água fornecido a este sector doméstico traduziu-se numa capitação de 137 l/hab.dia para o Continente, e de 317 l/hab.dia e 178 l/hab.dia para as Regiões Hidrográficas dos Açores e da Madeira, respectivamente. A Região Hidrográfica do Algarve apresentou uma capitação significativamente mais elevada comparativamente com as outras regiões do Continente, cerca de 279 l/hab.dia, o que se deve em grande parte ao facto de se tratar da região do país com maior actividade turística e à presença de um elevado número de população flutuante (REA, 2007).

Associado aos volumes extraídos, temos o custo da extracção da água por cada sector. Assim, temos o sector agrícola, que gasta 526,4 milhões de euros (28%), o sector urbano com custos de 864,8 milhões de euros (46%) e, por fim, o sector industrial com custos de 488,8 milhões de euros (26%) (Figura 3.2), (Baptista *et al.*, 2001).

Dentro da perspectiva económica e de oportunidade de investimento de poupança, salta à vista claramente o sector urbano como o sector a investir. Sendo um sector que utiliza 8% do total de água e tem custos associados de 46%, torna-se necessário reduzir esta tendência, principalmente nas perdas e na eficiência com que a água é utilizada. Não faz sentido submeter a água a filtragens, tratamentos para padrões de elevada qualidade, transporta-la para onde é necessária, para no final ser utilizada na lavagem do carro ou na rega do jardim. Este é um sistema também muito afectado pelas perdas na adução pois a água é transportada longas distâncias para chegar aos consumidores finais (Baptista, 2001). Em termos de custos, seguem-se o uso agrícola e industrial que não são objecto de estudo desta dissertação. Diversas medidas têm sido tomadas a nível internacional para reduzir os consumos de água nestes sectores e também para combater a escassez que se verifica em algumas zonas em que estas medidas são adoptadas. Tais medidas podem ser

consideradas como tratamento das águas residuais, retenção de nevoeiros, dessalinização, entre outras (Gleick, 2000).

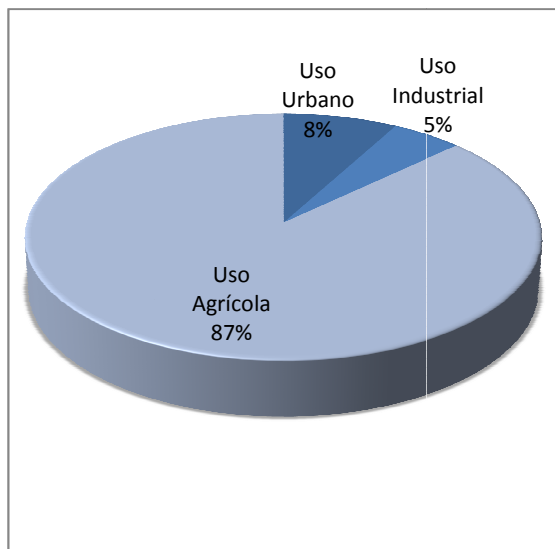


Figura 3.1 – Utilização da água por sector em Portugal (Baptista *et al.*, 2001)

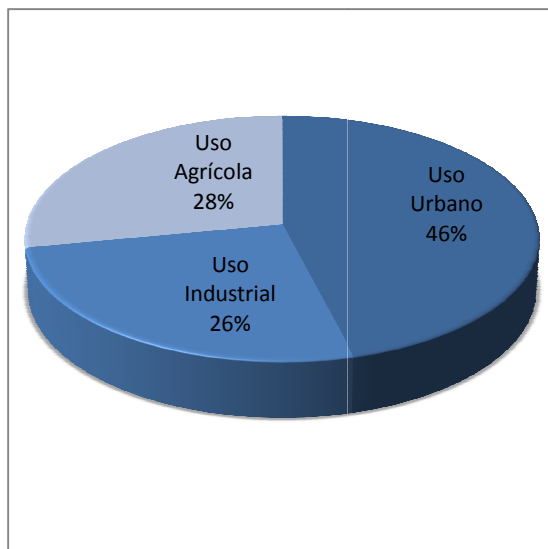


Figura 3.2 – Custos associados à água (Baptista *et al.*, 2001)

No que se refere a perdas nos sistemas de abastecimento de água, não se dispõe de dados com a fiabilidade suficiente para a sua avaliação rigorosa, devido à frequente falta de medição sistemática dos valores captados no domínio hídrico, no início e no fim dos sistemas adutores gravíticos e elevatórios, nas saídas dos reservatórios principais e secundários, na generalidade dos sistemas simples ou complexos, mas com os dados disponíveis estima-se que o valor médio nacional dos volumes que se perdem entre a captação e o consumidor final rondará os 35%. Nesta taxa poderão estar incluídos, em alguns casos, volumes que, embora medidos, não são facturados por razões de diversa natureza (PNA, 2004).

Segundo Baptista (2001), se apenas forem consideradas as perdas nos sistemas de abastecimento e não for incluída a componente industrial, os volumes fornecidos, que se podem considerar estritamente urbanos, são de 45%, 9% e 6% do volume total entrado no sistema, respectivamente para consumos domésticos, comerciais e públicos. Os restantes 40%, semelhantes aos 35% considerados para perdas no Plano Nacional da Água, estão associados às perdas no sistema de abastecimento de água (Figura 3.3).

Relativamente à distribuição espacial, verifica-se que o consumo de água está directamente relacionado com a população. A comprovar este facto surge a região de Lisboa e Vale do Tejo como a região com maior consumo de água, logo seguida da região Norte (Figura 3.4) (Almeida *et al.*, 2006).

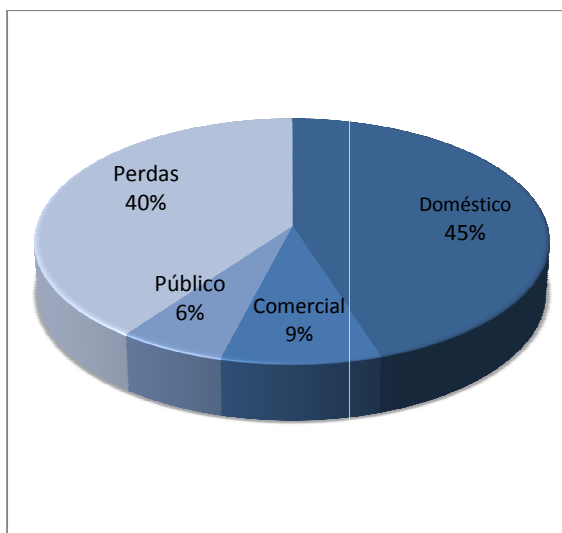


Figura 3.3 – Distribuição dos consumos urbanos e perdas (Almeida *et al.*, 2006)

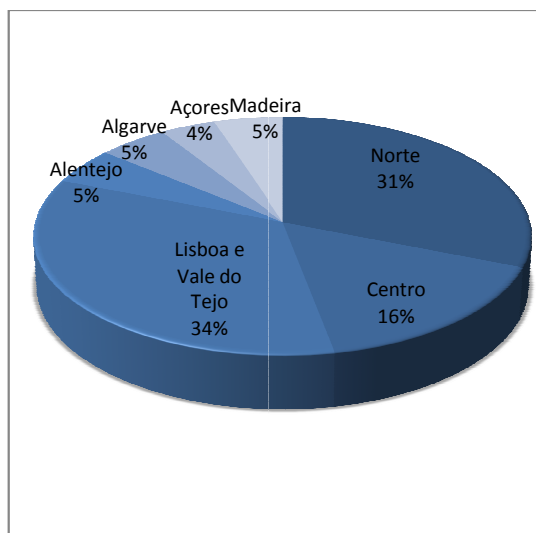


Figura 3.4 – Distribuição do consumo urbano de água por regiões (Almeida *et al.*, 2006)

Gestão de sistemas de abastecimento urbano

Segundo o Plano Nacional da Água (2004), a captação de água para fins de abastecimento urbano é realizada por um conjunto diversificado de entidades. Todavia, ainda é significativo o número de utilizadores individuais que recorrem quase exclusivamente a captações de águas subterrâneas nas suas propriedades.

As entidades que asseguram os sistemas de abastecimento às populações são, de acordo com o levantamento editado pela Associação Portuguesa de Drenagem e Distribuidores de Água (APDDA) em 1999, câmaras municipais, com ou sem serviços municipalizados, empresas privadas de capital maioritariamente público com concessões atribuídas pelo estado, empresas privadas com concessão municipal, intermunicipal ou de associações de municípios, empresas municipais ou intermunicipais.

Existem em Portugal 297 entidades gestoras, 267 no Continente, 19 na Região Autónoma dos Açores e 11 na Região Autónoma da Madeira para gerir os sistemas “em baixa”¹. A gestão dos sistemas “em alta”² está sob a responsabilidade de 225 entidades gestoras, das quais 202 se encontram no espaço continental, 19 no território dos Açores e 4 no espaço territorial madeirense. Analisando a dimensão destas entidades gestoras verifica-se que na gestão “em baixa” são as câmaras municipais e os serviços municipalizados que mais população servem, 6,9 milhões de habitantes.

Na gestão dos sistemas em alta são as empresas de capital maioritariamente público que asseguram o abastecimento a mais habitantes. As câmaras municipais e serviços

¹Sistemas em baixa – No abastecimentos de água são as componentes que têm que ver com a distribuição, com os respectivos ramais de ligação, incluindo os reservatórios de entrega nos casos em que estes, por meras razões de acordos estabelecidos, não façam parte da “alta” No saneamento são as redes de colectores com os ramais de ligação correspondentes, e as estações elevatórias inerentes a estas redes.

²Sistemas em alta – No abastecimento de água são as componentes que respeitam à captação, ao tratamento e à adução e, por vezes, aos reservatórios de entrega. No saneamento são, no todo ou nos trechos de jusante, os emissários, interceptores e estações elevatórias inerentes, e ainda, as estações de tratamento e os dispositivos e instalações de destino final dos efluentes.

municipalizados servem 3,4 milhões, contra os 4,3 milhões servidos por aquelas empresas.

As modalidades de gestão de sistemas de abastecimento urbano têm estado sujeitas a grandes transformações, sobretudo na chamada área do “saneamento básico” tradicionalmente dentro das competências das Autarquias Locais, excepção feita ao caso da zona de Lisboa com a empresa EPAL (PNA, 2004).

3.2 Qualidade das águas

3.2.1 Qualidade das águas superficiais

De acordo com o REA (2007), a qualidade das águas superficiais é avaliada segundo a classificação dos cursos de água superficiais para usos múltiplos estabelecida pelo Instituto da Água e permite obter informação sobre os usos potencialmente admissíveis em cada uma das massas de água classificadas. Para o efeito, são consideradas cinco classes, (Tabela 3.1):

Tabela 3.1 – Nível de qualidade das águas superficiais (REA, 2007)

Classe	Nível de qualidade
A – Excelente	Águas com qualidade equivalente às condições naturais, aptas a satisfazer potencialmente as utilizações mais exigentes em termos de qualidade
B – Boa	Águas com qualidade ligeiramente inferior à classe A, mas podendo também satisfazer potencialmente todas as utilizações.
C – Razoável	Águas com qualidade "aceitável", suficiente para irrigação, para usos industriais e produção de água potável após tratamento rigoroso. Permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes), mas com reprodução aleatória; apta para recreio sem contacto directo.
D – Má	Águas com qualidade "mediocre", apenas potencialmente aptas para a irrigação, arrefecimento e navegação. A vida piscícola pode subsistir, mas de forma aleatória
E – Muito Má	Águas extremamente poluídas e inadequadas para a maioria dos usos

Em 2007, a qualidade da água superficial das estações de monitorização analisadas com classificação “Boa” ou “Excelente” subiu para 26,3% (20,7% em 2006 e 14,4% em 2005), e a percentagem de águas com classificação “Má” ou “Muito Má” apresentou ainda 35,8% (39,1% em 2006 e 38,4% em 2005).

Os parâmetros responsáveis pelas classificações obtidas são, em regra, os microbiológicos e a matéria orgânica; este aspecto reflecte ainda alguns problemas na eficiência de tratamento, tanto de águas residuais urbanas, como de explorações agropecuárias. A recuperação, embora pequena, já verificada, reflecte, de algum modo, o esforço que tem vindo a ser feito no sentido de se inverter esta situação (REA, 2007).

Um dos principais factores responsáveis pela degradação das massas de água, relacionado com as fontes de poluição, é o enriquecimento em nutrientes, especialmente na forma azotada e fosfatada, resultante designadamente da utilização de fertilizantes na agricultura, das descargas de esgotos urbanos e da rejeição de efluentes de agro-industriais e de outros sectores industriais, que pode acarretar efeitos negativos sobre o equilíbrio dos ecossistemas (REA, 2007).

Devido à sobrecarga de matéria orgânica, nitrogénio e fósforo nos anos 1970 e 1980, todos os mares, lagos, rios e águas subterrâneas da Europa ficaram contaminados (eutrofização). A principal fonte de nitrogénio são os fertilizantes provenientes das produções agrícolas e, a maior parte dos fósforos, provenientes das indústrias e dos esgotos domésticos, embora na Europa Ocidental em zonas de agricultura intensa, esta agricultura chegue a contribuir com cerca de 50 % de fósforo da carga total. Na Europa Ocidental, o consumo de fertilizantes desceu desde meados dos anos 1980, mas a eutrofização continuou, devido ao aumento de nutrientes na superfície da terra, causados pela intensiva produção pecuária. Desde o início de 1990 o uso de agros tóxicos também baixou significativamente (50%), resultando numa redução do uso de fertilizantes (GEO3, 2002).

Este fenómeno, traduz-se numa maior produtividade primária e, consequentemente, na diminuição dos níveis de oxigénio dissolvido e do pH das águas que, em situações extremas, pode levar à perda de fauna e flora e à diminuição da qualidade da água para consumo humano. Uma das principais ameaças da eutrofização para a saúde humana reside no facto de estimular a proliferação de micro algas azuis (cianobactérias) que produzem as toxinas (REA, 2007).

3.2.2 Qualidade das águas para consumo humano

As normas para a qualidade da água para o consumo humano estão contempladas na legislação nacional e comunitária, sendo de destacar no contexto nacional o Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, e o Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de Setembro. Têm como meta, reduzir a percentagem de violações para os valores paramétricos estabelecidos na lei, cumprindo os níveis de monitorização nela descritos.

A Directiva 98/83/CE do Conselho, de 3 de Novembro, define as normas de qualidade da água destinada ao consumo humano e foi transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de Setembro. Compete ao Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR) a coordenação da implementação deste Decreto-Lei. A intervenção do IRAR é dirigida a todas as entidades gestoras de sistemas de distribuição de água para consumo humano, tais como câmaras municipais, serviços municipalizados, empresas municipais e sistemas concessionados multimunicipais e municipais de água de abastecimento público. Os relatórios anuais produzidos pelo IRAR resultam de um inquérito anual às entidades gestoras dos sistemas de abastecimento público, em que são entregues os Programas de Controlo da Qualidade da Água e é feita uma análise para verificar o grau de cumprimento da legislação em vigor.

É possível relacionar a qualidade da água distribuída com a dimensão dos sistemas de abastecimento público. Os sistemas de menor dimensão apresentam, de uma forma geral, maiores deficiências ao nível do número de análises realizadas e da qualidade distribuída, fundamentalmente devido a uma maior dispersão de meios e recursos (REA, 2007).

3.3 Consumo de água em Portugal

Segundo o RASARP (2008) Portugal possui infra-estruturas de abastecimento público de água, com uma cobertura quase total do País. Todavia, a componente em alta encontra-se, em termos gerais, mais desenvolvida e renovada do que a componente em baixa, sendo esta última a que regista maiores necessidades de investimento. Os problemas associados ao estado das redes em baixa reflectem-se nomeadamente no elevado nível de perdas de água, com reflexos na água facturada e, desse modo, na sustentabilidade económica dos sistemas.

A população abrangida pelo sistema público de abastecimento de água evoluiu muito nas últimas décadas, fruto de um esforço de investimento significativo. No início da década de 90, cerca de 80% da população portuguesa tinha abastecimento público de água, verificando-se que, desde então, esta percentagem tem vindo a aumentar contínua e significativamente tendo como meta para o Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais 2000-2006 (PEAASAR) o atendimento de 95% da população com água potável no domicílio em 2006. De acordo com a informação disponível no Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (INSAAR) o nível de atendimento em abastecimento público de água era em 2006 de 91% (Figura 3.5).

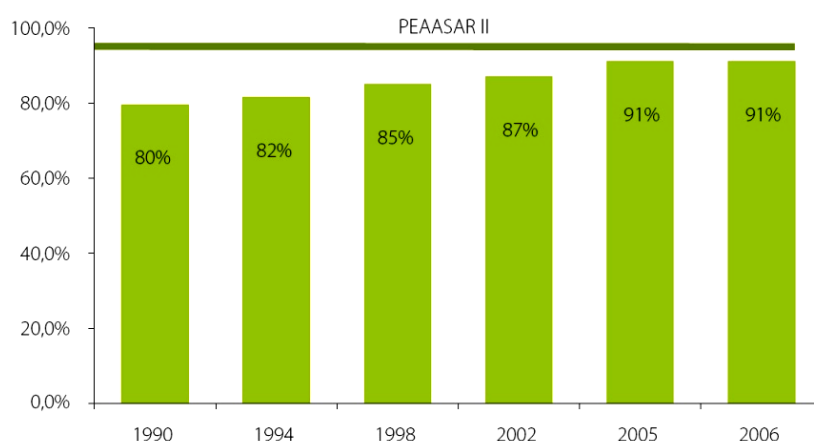


Figura 3.5 – Evolução da população servida com abastecimento de água (RASARP, 2008)

O atendimento em abastecimento de água verificado no País distribui-se de uma forma relativamente equilibrada por todos os concelhos (Figura 3.6).

Com a concentração de população junto aos aglomerados de grandes dimensões e a correspondente mudança de hábitos de vida, assistiu-se a uma modificação significativa nas captações de água. Tipicamente existe uma forte correlação entre a natureza dos

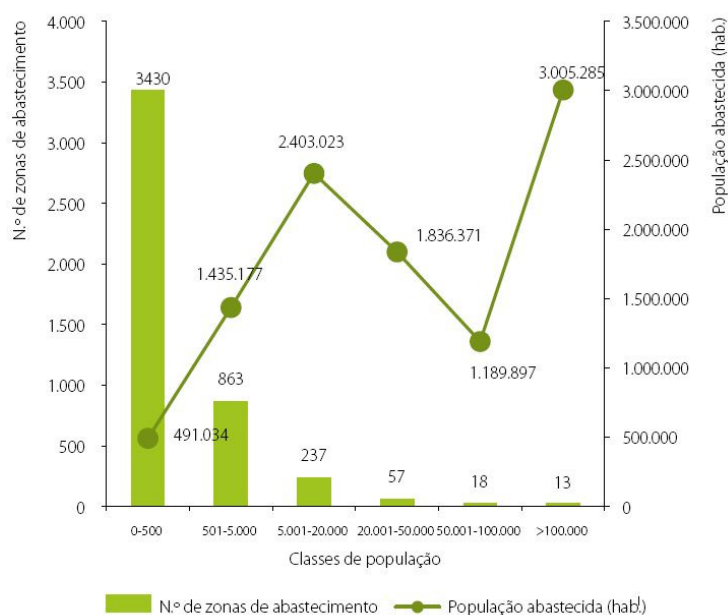
aglomerados e as captações de água associadas, sendo que usualmente em zonas rurais as captações são inferiores às das zonas urbanas. Contudo, a tendência verificada de aumento das captações de água tem vindo a inverter-se nestes três últimos anos em parte devido a situações pontuais de escassez de água nas origens utilizadas para o abastecimento público. As entidades gestoras responsáveis pelos sistemas de abastecimento público procederam à realização, junto das populações, de campanhas de sensibilização de uso eficiente da água, que se traduziram numa diminuição do consumo de água e consequentemente numa diminuição da captação média nacional.

Ainda neste contexto do uso da água, um dos aspectos que merece crescente atenção é a necessidade de optimização da utilização desse recurso (eficiência de utilização), sem pôr em causa os objectivos pretendidos (eficácia de utilização) ao nível das necessidades das populações e das actividades económicas. Este desígnio só será plenamente alcançado com medidas de dois tipos. Em primeiro lugar, actuando do lado da oferta no sentido de a tornar mais eficiente, eliminando as perdas e os consumos não facturados, e em segundo lugar, melhorando a gestão da procura, que minimize a ineficiência dos usos.



Figura 3.6 – Distribuição da população servida com abastecimento de água (RASARP, 2008)

Para além da evolução registada neste período no que respeita à população servida, importa analisar a evolução do número e da dimensão dos sistemas que prestam os serviços espelhando bem a evolução registada no sector. Nesta matéria, Portugal apresenta um número extremamente elevado de sistemas de abastecimento de água, que resulta não só da atribuição de competências autárquicas para esta matéria, mas também da elevada dispersão populacional verificada. Designadamente, em 2007, existiam apenas 13 zonas de abastecimento com mais de 100.000 habitantes abastecidos e mais de 4.300 a abastecer populações inferiores a 5.000 habitantes. Esta situação origina dificuldades acentuadas de gestão em termos técnicos e económicos, não só pelo elevado número de sistemas de muito pequena dimensão e muitas vezes precários, mas também pelo elevado número de entidades gestoras que não têm escala suficiente para poder assegurar adequados níveis de qualidade de serviço. Um menor número de sistemas de água por entidade implica normalmente um melhor desempenho, aspecto que foi também um dos objectivos estratégicos do PEAASAR, que promove a criação de sistemas de maior dimensão, mais bem preparados para a prestação de serviços de qualidade. Na Figura 3.7 é apresentada a desagregação do número de zonas de abastecimento e população abastecida por classes de população em 2007, que está associada ao número de zonas de abastecimento existentes.



3.7 - Número de zonas de abastecimento e população abastecida por classes de população em 2007 (RASARP, 2008)

3.4 Consumo de água na Europa

Na Europa é consumida uma parte relativamente pequena do total das reservas de recursos hídricos. Na Europa Ocidental são consumidas, em média, cerca de 20% dos recursos disponíveis, embora isso varie entre menos de 5% nos países nórdicos e a mais de 40% na Bélgica, Alemanha e Holanda. A Federação Russa, com 9% da água do mundo consome menos de 2% dos seus recursos ao ano. No entanto, os problemas de quantidade de água ocorrem em áreas com baixa pluviosidade e elevada densidade populacional e em

grandes áreas de terrenos agrícolas, especialmente nos países Mediterrâneos e na União Europeia.

Na parte central da Europa Ocidental, a maioria dos abastecimentos de água são usados como uma refrigeração na produção de energia. Esta água é devolvida à sua fonte e não sendo inalterada pode voltar a ser reutilizada. Nos países do sul da Europa Ocidental, onde os recursos de água são menos abundantes, a agricultura consome muito mais água que os outros sectores – cerca de 80%, comparado a 20% para o uso urbano e industrial, e cerca de 80% da água utilizada para irrigação evapora.

A quantidade de água captada para o fornecimento público na Europa Ocidental caiu de 8 a 10%, entre 1985 e 1995, como resultado de melhores condições industriais e eficiência do uso doméstico da água. Na União Europeia tem havido um declínio acentuado no consumo de água para fins industriais devido aos efeitos da reestruturação económica, mas, a procura em áreas urbanas e para as zonas agrícolas são cada vez maiores.

Tradicionalmente, os problemas de quantidade de água são tratados com o aumento das capacidades de armazenamento, através de reservatórios e sistemas de transferência de água. Contudo, medidas de redução na procura de água estão agora em curso em vários países da Europa. Estas medidas juntamente com uma maior consciencialização do uso da água, têm reduzido o consumo público. Os mercados internos e sectores industriais estão cada vez mais eficientes (GEO3, 2002).

3.5 Consumo de água no sector da construção

Em Portugal, o consumo de água no ciclo de vida de um edifício poder-se-á considerar idêntico aos padrões de referência internacionais. Num edifício, a água utilizada na fase de construção representa cerca de 0,20 m³/m² de construção, enquanto na fase de utilização, para um ciclo de vida de 50 anos, a utilização padrão situa-se entre 40 a 60 m³/m² de construção. Durante as fases de planeamento e desconstrução, o consumo de água pode ser descartado, pois, comparado com as restantes fases, o seu impacte é mínimo (Tabela 3.2) (Junnila *et al.*, 2003).

Os valores da utilização da água poderão variar bastante consoante a área da habitação, o número de habitantes e os seus padrões de consumo, mas consoante estes dados poder-se-á admitir uma relação em que na construção é utilizada cerca de 0,6% e na operação do edifício cerca de 99,4%. Estes valores fazem com que a fase de construção seja praticamente insignificante quando comparada com a fase de operação/utilização.

Tabela 3.2 – Consumo de água no ciclo de vida da construção

Recurso Utilizado	Planeamento	Construção	Utilização	Demolição
Quantidades (m³)	0	60	10000	0
Relação (%)	0	0,6	99,4	0

4 A água no sector urbano

4.1 Padrões de consumo domésticos

De acordo com a EUREAU (2009), os 29 países europeus têm um total de 399.35 milhões de habitantes e destes 82,51% têm abastecimento público de água potável. As captações totais de água potável são 47122 (Mm³/ano), o que perfaz um total de 323 (l/hab.dia), destes apenas 26736 (Mm³/ano) correspondem às captações domésticas de água potável utilizada pelos habitantes, que são cerca de 183 (litros/hab.dia) em média.

As captações domésticas correspondem à água consumida diariamente por cada habitante e a captação total correspondente à água efectivamente necessária por cada habitante. Esta é cerca de 2,2 vezes mais do que a captação doméstica, pois inclui: rega de jardins e espaços públicos, lavagem de ruas, consumos autárquicos e de organismos sociais, comércio, indústria e serviços de pequena dimensão (com consumos até os 50 m³/mês), perdas de água comerciais (consumos autorizados mas sem medição: como por exemplo os incêndios), perdas de água relativas a ligações clandestinas ou não autorizadas e perdas de água nas redes de distribuição.

A água necessária para beber e para outros propósitos domésticos é uma proporção significativa do total de água. Na Europa a proporção de água captada para uso urbano varia de cerca de 6,5% na Alemanha e mais de 50% no Reino Unido. A distribuição da população e a densidade são os factores-chave que influenciam a disponibilidade de fontes de água. O aumento da urbanização concentra a necessidade de água em determinadas zonas o que pode levar à sua sobreexploração.

A Figura 4.1 apresenta a captação em alguns países da Europa. Portugal figura no grupo dos 7 países que mais água consomem por habitante, embora o Reino Unido, com consumos na ordem do 343 litros/dia, consome bem mais do que o dobro de Portugal e de qualquer outro país exceptuando a Espanha.

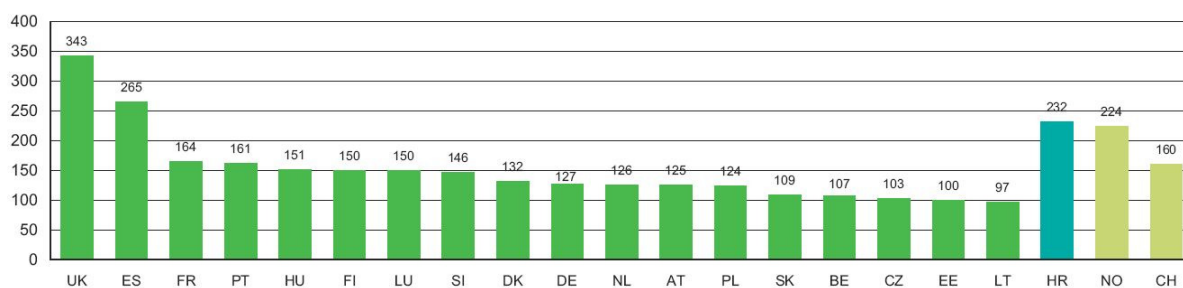


Figura 4.1 – Consumo doméstico (litros/hab.dia) (Eurostat, 2007)

Pelos dados da EUROSTAT (2007), Portugal tem uma captação de 161 litros diários. Os dados da EUREAU (2009) são mais dispersos, pois correspondem à média dos

países analisados no relatório, segundo os quais Portugal teria uma capitação de 183 (litros/hab.dia).

Recentemente a Aquapor, entidade gestora que abrange 25 municípios e 1,3 milhões de habitantes, realizou um estudo sobre o perfil dos consumidores e os seus consumos durante 4 anos (2005, 2006, 2007, 2008), numa amostra total de 288 mil habitantes. Os dados obtidos para a capitação foram mais baixos que os revelados nos relatórios europeus (Tabela 4.1), já num ambiente urbano (Cascais, Gondomar e Setúbal) (Tabela 4.2), os valores são maiores, mas mesmo assim, ficam aquém da ordem de grandeza dos 161 – 183 litros/hab.dia.

Tabela 4.1 – Consumos *per capita* da capitação doméstica (Aquapor, 2009)

Ano	2005	2006	2007	2008
Capitação doméstica (litros/hab.dia)	115	107	108	109

Tabela 4.2 – Capitação doméstica em ambiente urbano (Aquapor, 2009)

Ano	2005	2006	2007	2008
Capitação doméstica (litros/hab.dia)	139	135	139	137

No mesmo estudo da Aquapor (2009), observa-se que 90% dos contadores apresentam consumos de água mensais de 5 a 41 m³ e cerca de 50% dos contadores registam consumos mensais entre os 7 e os 22 m³. Verifica-se que cerca de 90% dos Clientes consome menos de 26m³ por mês, 50% dos clientes consomem menos de 8m³ por mês e 50% da população analisada consome menos de 116 litros por dia.

4.2 Utilização da água nos edifícios – consumo doméstico

A caracterização do consumo de água numa residência é um requisito fundamental para a análise e avaliação do potencial de poupança e é um factor determinante nas acções prioritárias, com o objectivo de um uso racional da água e um consumo mais eficiente no edifício.

O consumo de água numa residência varia consideravelmente de uma habitação para a outra, dependendo de factores socioeconómicos e das próprias características da habitação. O consumo é distribuído por diferentes usos, desde as necessidades básicas às necessidades impostas pelo nível social, podendo estas enquadrar-se ao nível do uso interno (da água em utilização das torneiras, quer do lava louças quer da casa de banho, chuveiros, descargas dos autoclismos, lavagem de roupa e louça) e no uso externo (a irrigação do jardim, lavagem do carro e outros equipamentos e utilização em piscinas, caso estas situações se apliquem).

Relativamente aos usos internos de água os valores percentuais variam proporcionalmente com o número de ocupantes da habitação, podendo surgir diferenças nos valores se alguns dos ocupantes forem crianças ou bebés, pois é necessário uma maior quantidade de água para os seus cuidados e em horas normalmente sem ocupantes na habitação, estes vão existir e vão aumentar o consumo, e também na sua responsabilidade,

sendo que uma criança é insensível a questões de poupança, que já não acontece com um adulto, sobretudo se tiver a seu cargo a responsabilidade do pagamento das facturas de despesa do agregado familiar. No que respeita aos usos externos, é normal existirem maiores diferenças e maiores variações percentuais, pois a tipologia da habitação irá ditar muito os consumos. Geralmente é nas estações mais quentes que acontece um maior consumo de água, contrariamente às disponibilidades de água existentes para consumo (Cohim *et al.*, 2009).

Gleick (1996) propõe que a quantidade mínima *per capita* seja de 50 litros/hab.dia (Tabela 4.3), quantidade suficiente para suprir as necessidades básicas de ingestão, higiene pessoal, serviços sanitários e cozinhar, baseado nos consumos mínimos para diversos usos.

No entanto, este valor mínimo é, regra geral, significativamente ultrapassado oscilando entre os 120 l/hab.dia e os 160 l/hab.dia, podendo atingir os 200 l/hab.dia, de acordo com os diversos factores sócioeconómicos.

Tabela 4.3 – Consumos mínimos de água necessária para os diversos usos (adaptado de Gleick, 1996)

Usos de água	Mínimo recomendado (litros/hab.dia)	Variação (litros/hab.dia)
Ingestão¹	5	2 – 5
Alimentos e cozinha	10	10 – 50 ²
Banho	15	5 – 70 ²
Descarga de autoclismos³	20	0 – 75
Total	50 Litros	

¹ Mínimo para garantir a vida em condições climáticas moderadas e níveis de actividade média.

² A extremidade superior do intervalo representa a preferências dos países moderadamente industrializados. Em algumas regiões com ou sem problemas com disponibilidade de água a quantidade pode exceder aos limites apresentados. O Limite inferior do intervalo reflecte o mínimo utilizado nos países em desenvolvimento.

³ A Média (não mínimo) de 40 l/hab.dia é considerado suficiente nos países industrializados. A extremidade superior do intervalo representa sistemas de descarga extremamente ineficientes.

Os padrões de consumos, não podendo ser garantidamente exactos são uma aproximação ao que se consome. Diversos estudos no mesmo país, com o mesmo objectivo de caracterizar os consumos domésticos, têm resultados diferentes. Por exemplo, nos EUA (Figura 4.2), podemos verificar que os consumos variam de estudo para estudo. O consumo de água nos autoclismos varia entre o máximo de 40% o mínimo de 15% e o consumo das torneiras tem uma variação igualmente elevada, variando entre um máximo de 35% um mínimo de 10%.

De acordo com uma análise referente ao no Reino Unido (Figura 4.3), o consumo de água nos autoclismos tem pouca variação, entre 37% e 31%, mas o consumo de água nos duchas varia entre um máximo de 37% e um mínimo de 17%, e o mesmo acontece com o consumo de água nas torneiras, variando entre 26% e 3%.

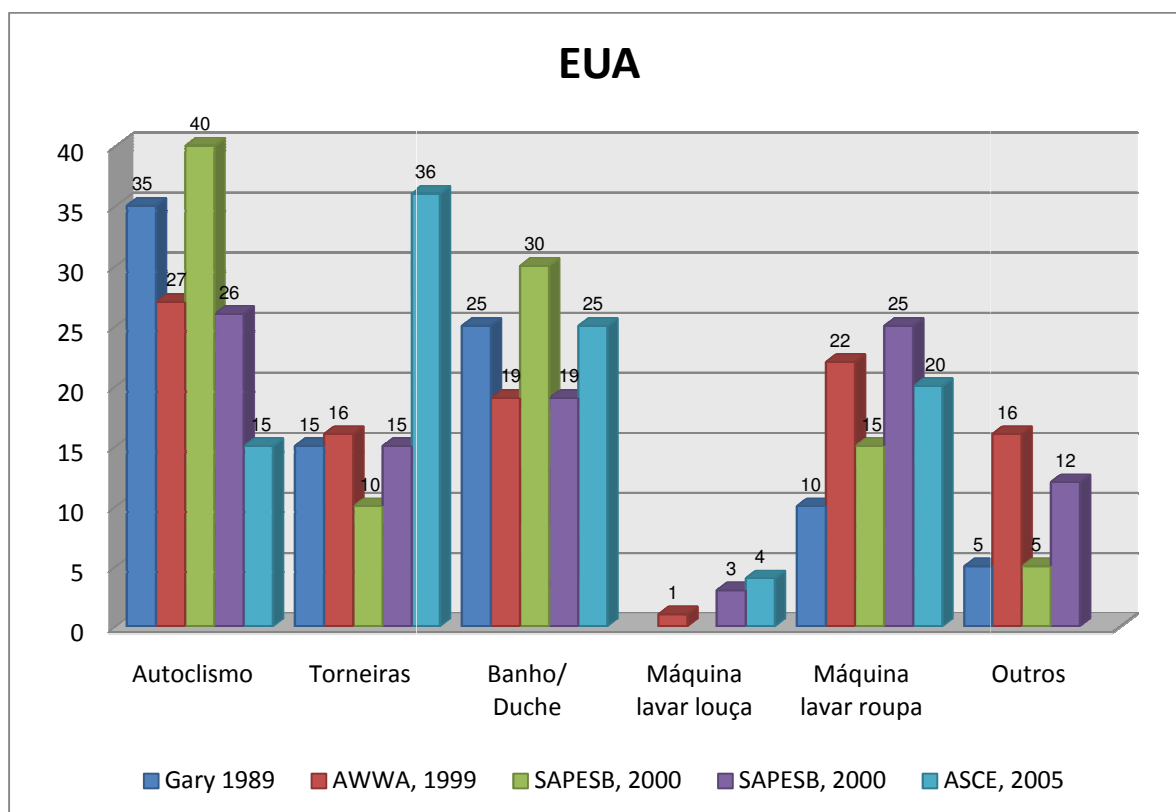


Figura 4.2 – Gráfico dos consumos domésticos nos EUA [%] (Pinheiro, 2008, Arpke *et al.*, 2005)

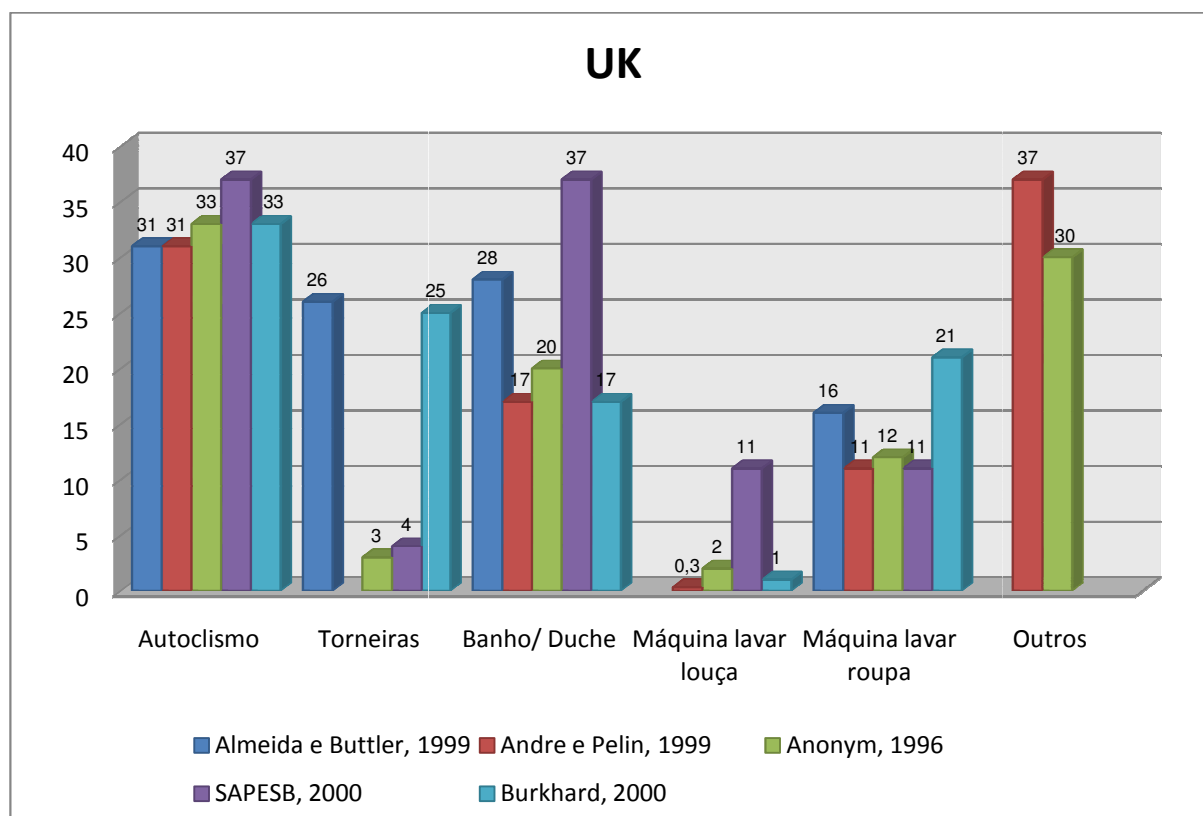


Figura 4.3 – Gráfico dos consumos domésticos no Reino Unido [%] (Pinheiro, 2008, Burkhard *et al.*, 2000)

Segundo Pinheiro (2008), para uma correcta caracterização dos consumos, a amostra terá de ser representativa da população (McDonald, 2003).

São diversos os factores que afectam a qualidade da amostra:

- a selecção das habitações;
- o efeito *Hawthorne*;
- a vantagem financeira;
- a ruína/decadência da amostra e manutenção da monitorização.

Nas secções seguintes passa-se à descrição detalhada do efeito de cada um destes factores.

Seleccção das habitações

Caso a amostra estudada da população não seja representativa, o estudo de consumos pode resultar em resultados sem consulsões aparentes. Contudo, não existem estudos que avaliem se uma dada área é ou não representativa. O consumo *per capita* pode ter uma grande variação dentro da mesma área ou rua (Russac, 1991), tornando-se, assim, extremamente difícil seleccionar consumidores típicos. Deste modo, será necessário obter um grande número de participantes predispostos a participar em estudos, com o propósito de se conseguir uma amostra representativa.

Outra grande limitação pode ser introduzida se a instalação de componentes de monitorização doméstica de consumos requerer o consentimento do proprietário da habitação. Por exemplo, um consumidor que tenha consumos excessivos (ou ignore restrições ao consumo de água), em princípio, não estará predisposto a participar num estudo, conduzindo, deste modo, a conclusões de que a amostra tenda para consumos de água mais baixos por parte dos consumidores. Existe também a forte possibilidade dos participantes nestes estudos serem do mesmo grupo sócioeconómico.

De um modo geral as zonas de medição e controlo (ZMC) constituem populações mais precisas e representativas, uma vez que não requerem o consentimento dos consumidores para a realização de campanhas de medição e o comportamento individual de cada consumidor é amortecido devido ao grande número de habitantes na ZMC (McDonald, 2003).

O efeito Hawthorne

O efeito *Hawthorne* foi descoberto na sequência da realização, nos anos 30, de uma série de experiências em Hawthorne, Illinois, nos EUA. Nestas experiências, detectou-se que o mero facto de se estar a estudar o comportamento individual pode ter um efeito nesse mesmo comportamento.

Apesar de este efeito ser temporário, durante as leituras das medições, os consumidores são constantemente a ser lembrados que estão a ser monitorizados, em especial, quando se utilizam contadores domiciliários internos (Thackray, 1978). Este efeito pode ainda ser mais acentuado quando se pretendem estudar as componentes do consumo doméstico, em que os consumidores registam os seus próprios consumos e, deste modo,

têm sempre presente de que estão a ser observados. Por outro lado, nas ZMC, os consumidores não têm a percepção de que os seus consumos estão a ser monitorizados e, assim, a campanha de medição não terá qualquer influência no consumo e nos resultados observados.

Vantagem financeira

A “vantagem financeira” é inevitavelmente a principal razão para que os consumidores permitam estudos relacionados com os seus consumos de água (McDonald, 2003). Alguns consumidores apercebem-se de que é economicamente mais favorável optar pela medição dos seus consumos do que pagar a água de acordo com valor da sua propriedade. Outras vezes, estes consumidores só permitem a realização de estudos para que se confirma de que os seus consumos de água são baixos (McDonald, 2003).

Ruína/decadência da amostra e manutenção da monitorização

Existe a percepção de que cada vez se torna mais difícil recrutar novos voluntários para estudos. Por exemplo, de acordo com McDonald (2003), o tempo médio de posse de uma habitação no Reino Unido é cerca de 10 anos, pelo que os consumos domésticos são alterados com muita frequência em resultado da mudança de residentes nessa mesma habitação. Nos diversos estudos realizados, a caracterização dos consumidores é efectuada no início do programa de monitorização. Deste modo, factores como o crescimento da família, mortes, divórcios, novos empregos ou despedimentos são alterados ao longo do tempo e não são actualizados, conduzindo à degradação da qualidade da amostra.

4.3 Utilização da água nos edifícios – consumo doméstico em Portugal

Em Portugal, não existem estudos nem análises estatísticas sobre a caracterização dos consumos domésticos, embora seja possível calcular estes valores de forma aproximada e considerando algumas medições efectuadas (Tabela 4.4). Vieira (2006), apresenta os consumos médios aproximados para uma tipologia unifamiliar (Figura 4.4) e multifamiliar (Figura 4.5) de uma habitação.

Considerando o consumo de um edifício unifamiliar, podemos verificar que os maiores consumos de água doméstica em Portugal estão relacionados com banhos e duchas, 32%, e com autoclismos 27%, representando estas actividades cerca de 59% dos consumos domésticos. No caso de edifícios multifamiliares onde está excluída a parcela do uso externo da água, os consumos dos dois dispositivos referenciados anteriormente aumentam para 68% o consumo da habitação.

Tabela 4.4 – Repartição dos consumos médios diários (adaptado de Pedroso, 2009 e Vieira *et al.*, 2006)

Utilizações	Consumo (l/hab.dia)			
	Edifício multifamiliar		Edifício unifamiliar	
Autoclismo	43	31%	43	27%
Torneiras	22	16%	22	14%
Banho/Duche	52	37%	52	32%
Máquina lavar roupa	13	9%	13	8%
Máquina lavar louça	3	2%	3	2%
Perdas	7	5%	7	4%
Exterior	-	-	20	13%
Total (litros/hab.dia)	140		160	

Em termos de consumos anuais médios e considerando que cada habitante permanece na sua residência cerca de 330 dias/ano, teremos aproximadamente um valor de 53 m³/hab.ano para um consumo de 160 l/hab.dia. No caso de habitações multifamiliares considerando o consumo de 140 l/hab.dia, o consumo anuam médio toma o valor de 46 m³/hab.ano (Pedroso, 2009).

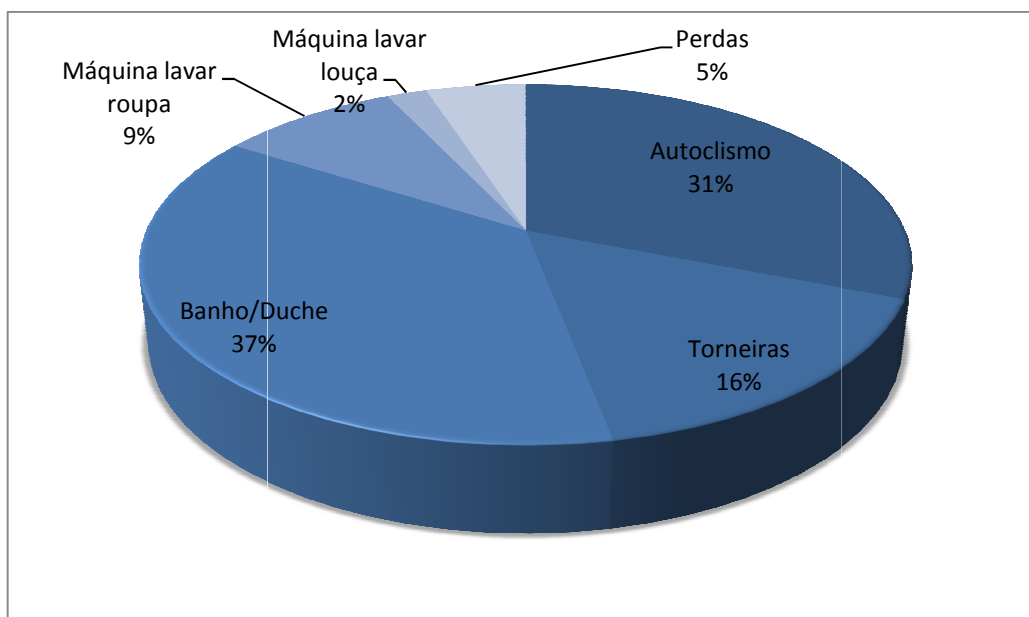


Figura 4.4 – Consumos domésticos dos edifícios multifamiliares em Portugal (adaptado de Vieira *et al.*, 2006)

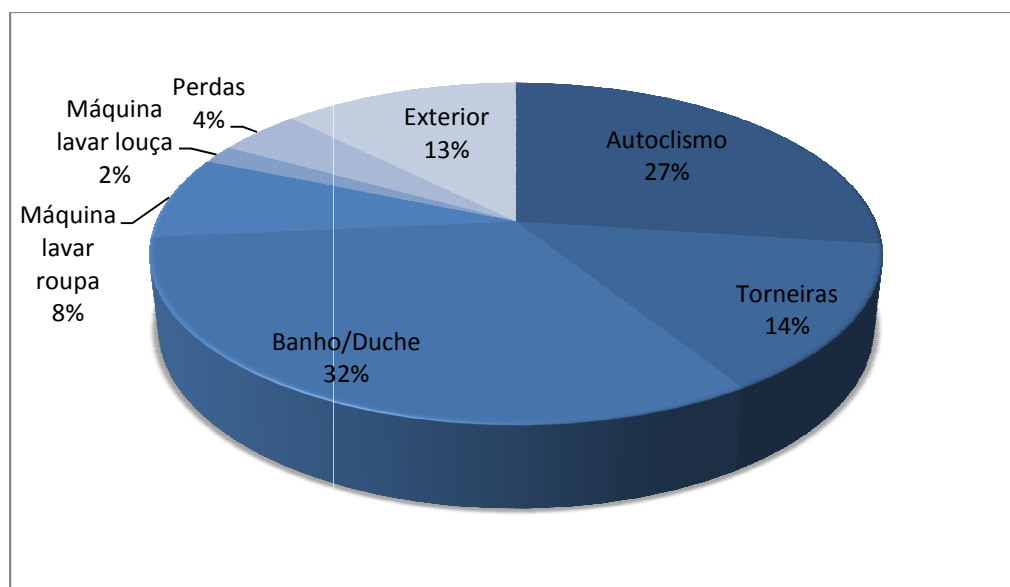


Figura 4.5 – Consumos domésticos dos edifícios unifamiliares em Portugal (adaptado de Vieira, 2006)

Comparativamente com diferentes países no mundo, Portugal tem parcelas de consumo semelhantes e distintas como seria de esperar, pois os hábitos de consumo são diferentes de um país para o outro. De acordo com a Figura 4.6, podemos observar que dos países analisados Portugal é o país onde a taxa percentual de utilização de água no banho/duche é mais elevada com cerca de 37%. Por outro lado, no que respeita ao consumo de água na máquina de lavar roupa, é o país com o menor consumo, com 9% de consumo *per capita*. Estes dados apenas indicam onde a água é utilizada e não a quantidade de água que é gasta, podendo verificar-se o emprego correcto ou não de água potável onde ela é realmente necessária.

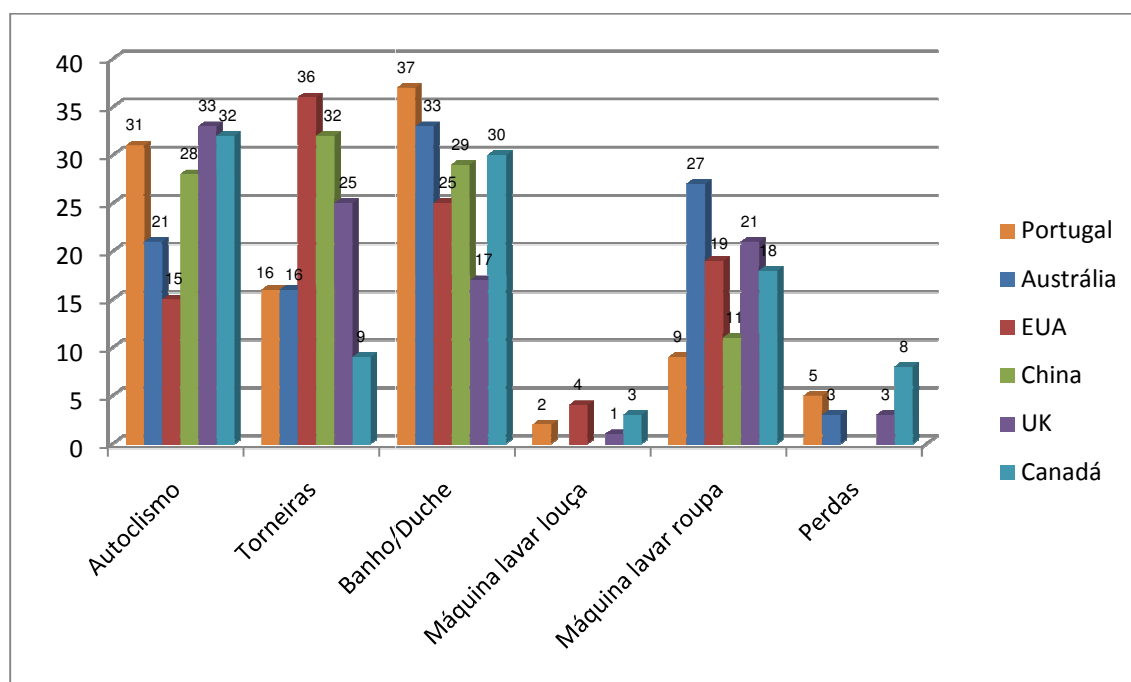


Figura 4.6 – Gráfico dos consumos domésticos em vários países [%] (Pinheiro 2008; Almeida *et al.*, 2006; Loh *et al.*, 2003)

4.4 Sistemas de avaliação da eficiência hídrica internacionais

Com o intuito de corrigir a forma de aplicação/uso da água, a rotulagem da eficiência hídrica de produtos já é, em alguns países, um factor que influencia consumidores, construtores e projectistas na tomada de decisão, na aquisição dos produtos, e no uso sustentável da água.

No Reino Unido a Waterwise, é uma organização não governamental cujo objectivo se centra no decrescimento do uso da água e na promoção de um uso produtivo da água.

A marca Waterwise foi fundada em 2006 e atribui anualmente o seu certificado hídrico a produtos que demonstram um uso eficiente da água ou que permitem atenuar o seu desperdício. Após atribuído o certificado da marca Waterwise, esta, pode ser utilizada livremente pelo seu portador, demonstrando que o produto é eficiente do ponto de vista hídrico, que está disponível no mercado do Reino Unido e que é de boa qualidade.

A par da marca Waterwise existe também a BAM (Bathroom Manufacturers Association) Water Efficient Product Labelling Scheme, que é um esquema de rotulagem de dispositivos de casa de banho, destinada a equipamentos eficientes.

Nos Estados Unidos, foi consolidada, em Julho de 1970 a EPA – Environmental Protection Agency. A principal missão deste programa é a protecção da saúde pública e do ambiente. Esta entidade surgiu para combater a problemática de um rápido crescimento populacional (duplicação da população entre os anos de 1950 e 2000) que, em outras consequências, triplicou as carências de água, tornando assim o seu uso eficiente numa questão prioritária.

A EPA criou o programa WaterSense para impulsionar os produtos e serviços eficientes do ponto de vista hídrico, com o plano de motivar o uso consciente da água desde o produtor, até ao consumidor passando pelo construtor.

De acordo com este programa, são amplificadas pormenorizações por produto, que permitem a sua avaliação e certificação e os produtores têm preços para obter a certificação do produto. Este programa estabelece especificações para alta eficiência do WC e sistemas de rega, salientando-se que a avaliação da eficiência hídrica é feita juntamente com a avaliação da performance do produto.

O governo australiano, por seu lado, introduziu o WELS – Water Efficiency Labelling and Standards para informar os consumidores sobre a eficiência hídrica de alguns produtos. Este programa teve início a 1 de Julho de 2005 e classifica os autoclismos, os urinóis, os chuveiros, as máquinas de lavar roupa, as máquinas de lavar louça, entre outros. O programa WELS promove a conservação da água através da informação (rotulagem) sobre a eficiência hídrica do produto no momento de venda, permitindo assim ao consumidor comparar produtos e escolher o mais eficiente.

Os produtos WELS são qualificados de acordo com resultados obtidos em ensaios laboratoriais. A marca WELS tem um determinado número de estrelas que permite uma rápida comparação entre produtos e uma figura que demonstra o consumo ou caudal do

dispositivo. As estrelas podem ir de 0 a 6, denotando o maior número de estrelas uma maior eficiência.

Comparativamente, podemos ainda referir os países nórdicos, que constituem outro exemplo. Recorde-se que, nos anos 80, o enorme interesse pelos assuntos ambientais impulsionou a associação de vários países nórdicos para o desenvolvimento de um trabalho conjunto neste âmbito. A Dinamarca, a Noruega, a Suécia, a Finlândia e a Islândia adoptaram o *Nordic Swan eco-label*, que indica se o produto é rentável do ponto de vista ambiental, motivando os produtores a criarem produtos “amigos” do ambiente.

O *Nordic Swan* está disponível para 60 categorias. Na categoria de produtos hídricos estão abrangidos os sistemas de autoclismos das bacias de retrete, máquinas de lavar e sistemas de lavagem.

4.5 Sistema de avaliação da eficiência hídrica em Portugal

A entidade responsável pela certificação hídrica em Portugal é a ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais. A ANQIP é uma associação sem fins lucrativos que se destina a promover e a garantir a qualidade e eficiência nas instalações prediais, com particular ênfase nas instalações de águas (hidráulicas) e águas residuais (sanitárias).

A ANQIP foi criada em 2007 tem entre os seus associados diversas Universidades, empresas do sector, entidades gestoras e técnicos em nome individual, cujos objectivos essenciais são a promoção e a garantia da qualidade e da eficiência nas instalações prediais de abastecimento de água e de drenagem.

Em 2008 a ANQIP lançou em Portugal um sistema de certificação hídrica de produtos, associado a uma rotulagem. O modelo funciona como uma classificação variável com a eficiência do produto e é aplicado a aos autoclismos das bacias de retrete, chuveiros, torneiras e fluxómetros. As certificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica podem ser solicitada pelos fabricantes e importadores de produtos, podendo também aceitar-se o pedido de armazenistas ou distribuidores.

A ANQIP actualmente está a elaborar Especificações Técnicas (ETA) para os diversos produtos, de modo a estabelecer os valores necessários de referência para atribuição de cada uma das letras. Estas Especificações Técnicas estabelecem também as condições de realização dos ensaios de certificação.

Na Tabela 4.5 apresentam-se as categorias definidas na Especificação Técnica ANQIP 0804 para autoclismos, e na Figura 4.7 os rótulos de eficiência hídrica adoptados. A melhor eficiência corresponde à letra A, utilizando-se também uma indicação gráfica por gotas, para melhor compreensão do símbolo, bem como uma pequena barra lateral indicativa.

Tabela 4.5 – Categorias de eficiência hídrica nos autoclismos (ANQIP, 2008)

Volume nominal (litros)	Tipo de descarga	Categoria de Eficiência Hídrica	Tolerância (Volume máx. de descarga completa)	Tolerância (Volume mín. de descarga para poupança de água)
4	Dupla descarga	A++	4,0 – 4,5	2,0 – 3,0
5	Dupla descarga	A+	4,5 – 5,5	3,0 – 4,0
6	Dupla descarga	A	6,0 – 6,5	3,0 – 4,0
7	Dupla descarga	B	7,0 – 7,5	3,0 – 4,0
9	Dupla descarga	C	8,5 – 9,0	3,0 – 4,5
4	C/ Interruptor de descarga	A+	4,0 – 4,5	-
5	C/ Interruptor de descarga	A	4,5 – 5,5	-
6	C/ Interruptor de descarga	B	6,0 – 6,5	-
7	C/ Interruptor de descarga	C	7,0 – 7,5	-
9	C/ Interruptor de descarga	D	8,5 – 9,0	-
4	Completa	A	4,0 – 4,5	-
5	Completa	B	4,5 – 5,5	-
6	Completa	C	6,0 – 6,5	-
7	Completa	D	7,0 – 7,5	-
9	Completa	E	8,5 – 9,0	-

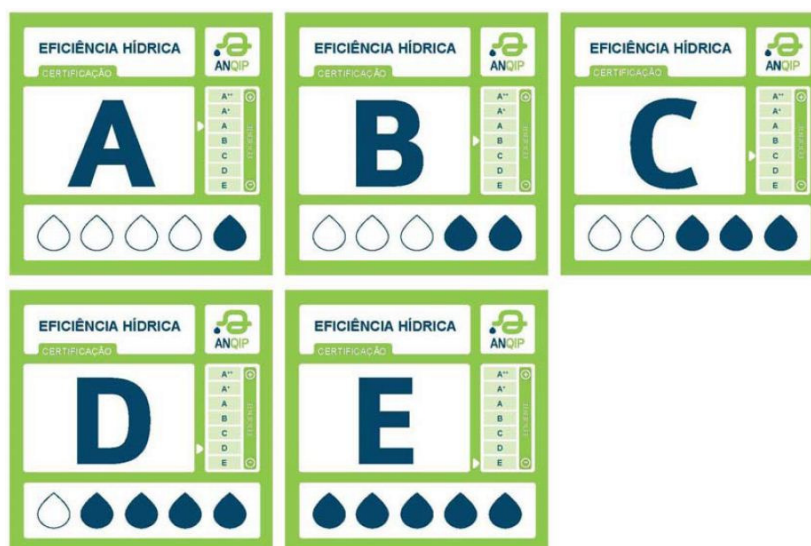


Figura 4.7 – Rótulos de eficiência hídrica adoptados em Portugal (ANQIP, 2009a)

A existência das classificações A+ e A++ (Figura 4.8) tem em vista algumas aplicações especiais ou condicionadas. A adopção de modelos de 4 litros tem-se revelado como um factor de problemas ao nível do arrastamento de sólidos nas redes prediais e públicas, exigindo-se para a sua adopção (incompatível com muitas das redes existentes) uma alteração dos critérios habituais de dimensionamento das redes.

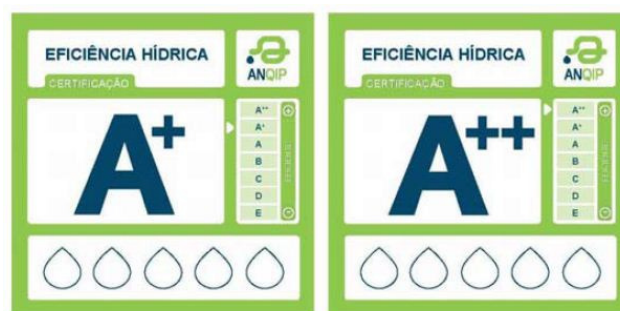


Figura 4.8 – Rótulos de eficiência hídrica para autoclismos de pequeno volume (ANQIP, 2009a)

Embora a Norma Europeia EN 12056-2 não permita a adopção de autoclismos de 4 litros em redes prediais dimensionadas de acordo com o chamado Sistema I da Norma, que é precisamente o sistema habitual em Portugal, a ANQIP teve em consideração os autoclismos de pequeno volume e adoptou um critério de certificação para as classificações A+ e A++, em que seguindo a classificação dos equipamentos certificados pelas Normas Europeias relativamente à performance destes equipamentos, era importante atribuir uma classificação a este tipo de dispositivos.

Para a certificação dos chuveiros, torneiras de lavatório e de cozinha ainda não existem as Especificações Técnicas, no entanto já se conhecem as categorias de eficiência hídrica consoante o caudal e o tipo de torneira. O modelo proposto para os chuveiros considera os valores de referência aquele que têm um consumo de água inferior a 5,0 l/minuto (Tabela 4.6). Para as torneiras de lavatório residenciais, o modelo proposto considera que a utilização ideal é aquela que tem um consumo de água de 2,0 l/minuto, (Tabela 4.7). Para as torneiras de cozinha, o modelo proposto considera que a utilização ideal é aquela que tem um consumo de água de 4,0 l/minuto (Tabela 4.8). Todos estes valores e propostas têm em atenção os estudos e outras propostas existentes em países que já adoptaram a rotulagem da eficiência hídrica (ANQIP, 2009).

Tabela 4.6 – Categorias de eficiência hídrica nos chuveiros (ANQIP, 2009)

CHUVEIROS E SISTEMAS DE DUCHE			
Caudal (l/min)	Com torneira misturadora tradicional	Com torneira termoestática ou eco-stop	Com torneira termoestática e eco-stop
Inferior a 5	A+	A++	A++
5,0 a 7,2	A	A+	A++
7,2 a 9,0	B	A	A+
9,0 a 15,0	C	B	A
15,0 a 30,0	D	C	B
Superior a 30	E	D	C

Tabela 4.7 – Categorias de eficiência hídrica das torneiras de lavatório (ANQIP, 2009)

TORNEIRAS DE LAVATÓRIO			
Caudal (l/min)	Tradicionais	Com arejador ou eco-stop	Com arejador e eco-stop
Inferior a 2,0	A	A+	A++
2,0 a 4,0	B	A	A+
4,0 a 6,0	C	B	A
6,0 a 8,0	D	C	B
Superior a 8	E	D	C

Tabela 4.8 – Categorias de eficiência hídrica das torneiras de cozinha (ANQIP, 2009)

TORNEIRAS DE COZINHA			
Caudal (l/min)	Tradicionais	Com arejador ou eco-stop	Com arejador e eco-stop
Inferior a 4,0	A	A+	A++
4,0 a 6,0	B	A	A+
6,0 a 8,0	C	B	A
8,0 a 10,0	D	C	B
Superior a 10	E	D	C

5 Abordagens para o uso eficiente da água

Segundo Baptista (2001), nem toda a água é efectivamente aproveitada, existindo uma parcela importante associada à ineficiência de uso e a perdas relativamente à água que é realmente captada. Trata-se portanto de uma componente que tem custos para a sociedade mas não lhe traz benefícios. Sendo a água um factor essencial para o desenvolvimento socioeconómico do país, deve ser considerada um recurso estratégico e estruturante, tendo necessariamente de se garantir uma elevada eficiência do seu uso, o que deve corresponder a uma opção estratégica na política portuguesa de gestão de recursos hídricos.

Em termos de consumo urbano, tendo-se estimado o actual consumo útil total em $330 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ e calculando-se uma procura efectiva total em $570 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, verifica-se que a actual eficiência de utilização da água é de cerca de 58%.

Tendo em conta as perspectivas de evolução em termos de procedimentos dos utilizadores e de evolução tecnológica dos equipamentos, propõe-se atingir, ao fim de um período de 10 anos, com início em 2001, uma eficiência de utilização da água de 80%, de acordo com a Figura 5.1. Tendo em conta a variabilidade geográfica e social do país, de que resultam situações muito diferenciadas, é expectável que esta média nacional possa atingir variações numa gama de $\pm 10\%$ quando interpretada à escala regional ou local.

Refira-se que apenas a redução das perdas de água nos sistemas públicos de 40 para 15%, como previsto no PEAASAR, permite um aumento de eficiência próximo de 70%, o que vem confirmar a viabilidade da meta proposta no período de uma década (Baptista *et al.*, 2001).

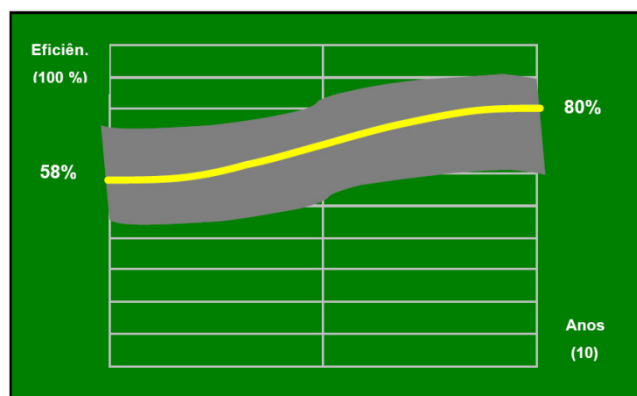


Figura 5.1 – Meta de eficiência de utilização de água no consumo urbano (Baptista *et al.*, 2001)

Em termos de consumo agrícola, verifica-se que a actual eficiência de utilização da água é cerca de 58%. Num horizonte do plano de projecto prevê-se que a eficiência se situe numa gama de valores compreendida entre os 63% e 72%.

Em termos de consumo industrial, tendo-se estimado o actual consumo útil em $275 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ e calculando-se uma procura efectiva total em $385 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, verifica-se que a actual eficiência de utilização da água é de cerca de 71%, mas aqui é importante considerar-

se a enorme variedade de processos inerente à actividade industrial, bem como a complexidade tecnológica associada a cada processo. Assim, tendo em conta as perspectivas de evolução em termos de procedimentos dos utilizadores industriais e de evolução tecnológica dos equipamentos, propõe-se atingir ao fim de um período de 10 anos uma eficiência de utilização da água de 84%.

5.1 Medidas para um uso eficiente da água

Como foi referido, a água potável é um bem essencial à vida na Terra e só com uma correcta gestão/utilização deste bem se poderá continuar a usufruir dele. Em todo o planeta as necessidades de água são cada vez maiores, enquanto a quantidade existente é cada vez menor. Portugal não foge à regra e a tendência para o crescimento do consumo de água é uma constante. Neste sentido, torna-se necessário promover medidas que conduzam a um uso eficiente da água, garantindo os objectivos pretendidos.

É seguidamente apresentado um conjunto de medidas aplicáveis ao consumo doméstico que visam a protecção do recurso e o seu uso desnecessário, aumentando a eficiência da utilização.

5.1.1 Campanhas de consciencialização/motivação

Segundo Pedroso (2009), as campanhas de consciencialização/motivação devem ser alusivas à realidade que nos rodeia, nomeadamente na criação de formas de reduzir os gastos superficiais. Ainda no âmbito da redução para o bom aproveitamento, devemos incentivar o uso de equipamentos de baixo consumo e criar sistemas de aproveitamento de águas pluviais e fazer a reutilização de algumas águas em desperdício (águas residuais domésticas).

No sentido da redução e da má gestão realizada das águas, devemos ainda atenuar o custo da cubicagem da água potável consumida. No caso de excesso dos limites considerados ajustáveis à vida diária, deveriam ser criadas medidas de penalização. Pode ainda referir-se que o acréscimo de custos da água consumida deverá ser utilizado no fomento das medidas mencionadas.

5.1.2 Redução de perdas nos sistemas prediais de distribuição de água

Segundo Pedroso (2009) e Baptista (2001), algum do desperdício existente nos sistemas prediais de água, seja ela fria ou quente, sucede devido a fugas ocasionadas nos dispositivos de utilização instaurados. Este problema surge quando os dispositivos não são bem confinados nos elementos de obturação. Para tal não ocorrer, devem ser realizadas campanhas alusivas a estas causas, analisam detalhadamente as origens das mesmas e

referia ainda as medidas de prevenção a serem aplicadas e formas de resolução do problema existente.

Na Tabela 5.1 são apresentados os valores do volume de água desperdiçado por falhas na estanquidade do sistema de obturação de torneiras ou autoclismos.

Para realçar o que poderá caracterizar em termos de consumo de água o desperdício devido a uma fuga num qualquer dispositivo de utilização doméstica, considerando os valores contidos na Tabela 5.1, quantifica-se na Tabela 5.2 um aumento percentual do dispêndio mensal de um agregado familiar constituído por três pessoas, em cuja residência existe uma torneira com uma fuga do tipo fio de água de 2 mm.

Tabela 5.1 – Perdas devido a fugas (Pedroso, 2009)

Tipo de fuga	Consumo diário (l)	Consumo mensal (m ³)
Gota a gota	67	2
Fio de água de 2 mm	333	10
Fio de água de 6 mm	3330	100

Tabela 5.2 – Impacte de uma fuga no consumo mensal de água num agregado familiar (adaptado de Pedroso, 2009)

Nº de pessoas do agregado familiar	Consumo diário por pessoa (l)	Consumo diário devido a perdas (fio de água 2 mm) (l)	Consumo mensal do agregado familiar (m ³)	Consumo mensal devido a perdas (m ³)	Acréscimo no consumo devido a perdas (%)
3	160	333	14,4	10	69

Consta-se que devido a uma pequena fuga gerada numa falha na estanquidade num dispositivo de utilização, quando mal fechado, pode causar um consumo mensal de água potável maior num pequeno agregado familiar. Se se extrapolar uma situação deste tipo, por exemplo, para uma unidade pública como um hospital, em que por vezes existem incalculáveis situações semelhantes por reparar durante intervalos de tempo bastante significativos, facilmente se concluirá o porquê dos valores relativos a consumos de água detectados por alguns estudos nesta tipologia de edifícios. Este tipo de análises possibilita a percepção do impacte que as perdas devidas a pequenas fugas assumem em termos de consumo de água potável nos nossos edifícios, e a importância em termos ambientais que as mesmas poderão assumir (Pedroso, 2009; Almeida *et al.*, 2006)

5.1.3 Uso de dispositivos eficientes

Para reduzirmos os níveis de consumo da água, podemos recorrer a dispositivos de utilização mais eficientes, ou seja, autoclismos com volumes de descarga menor e/ou de duplo comando, bem como a torneiras termoestáticas para duchas, torneiras com dispositivos de redução de caudal, chuveiros com manípulo para suspensão rápida da abertura, chuveiros de reduzido caudal e amplificadores da velocidade de descarga em ramais de descarga ou colectores, etc.

Quanto às máquinas de lavar roupa e às máquinas de lavar de louça, a solução mais adequada à poupança passa pela utilização de equipamentos que possuam menor volume

de água por lavagem. No que se refere às máquinas de lavar louça o seu consumo varia geralmente entre 12 e 54 litros por lavagem (considere-se como razoável um consumo de 22 l/lavagem), em função da sua capacidade; relativamente às máquinas de lavar roupa, o seu consumo oscila entre 35 e 200 litros por lavagem (considera-se como razoável um consumo de 65 l/lavagem), em função da capacidade de carga (Pedroso, 2009; Vieira *et al.*, 2006).

5.1.3.1 Autoclismos

Como foi visto anteriormente na Figura 4.4, as descargas de autoclismos corresponde um dos usos com grande peso no consumo doméstico, na medida em que variam entre os 27% e os 31% do consumo da habitação. A frequência diária de uso de um autoclismo situa-se entre as 4 e 6 descargas por habitante (Arpke *et al.*, 2005; Ghisi *et al.*, 2006; Baptista *et al.*, 2001) para um volume médio por descarga de 9 litros, podendo a capacidade dos modelos tradicionais atingir os 15 litros (Baptista *et al.*, 2001). Note-se que em cerca de 70% das descargas não é necessário esta quantidade de água, pois não se verifica a presença de matéria fecal, assim, uma solução sustentável e adequada resultaria numa poupança bastante significativa.

Neste sentido, e uma vez que no mercado existem autoclismos de dupla descarga, a substituição dos autoclismos convencionais por autoclismos deste tipo será a solução mais eficiente, já que permite poupanças bastante significativas quando comparado com a utilização de autoclismos tradicional de descarga única.

Segundo Almeida (2006), apesar de a substituição do autoclismo por um de menor capacidade ser a medida com maior potencial de poupança, com a alteração dos hábitos de utilização do autoclismo conseguem-se já reduções de consumo significativas, sem ser necessário fazer qualquer investimento.

A redução do consumo associado ao autoclismo e a adequação do seu uso podem ser conseguidas através das seguintes formas:

- alteração dos comportamentos de uso que induzam desperdícios;
- adopção de um procedimento de detecção e reparação de fugas no autoclismo levado a cabo regularmente;
- colocação de lixo em balde apropriado a esse fim, evitando deitar lixo na sanita, o que evita a descarga;
- redução do volume de armazenamento do autoclismo (colocando garrafas, pequenas barragens plásticas, ou outro objecto com o mesmo efeito), evitando no entanto usar objectos que se deterioreem ou que impeçam o bom funcionamento dos mecanismos;
- não efectuar descargas desnecessárias do autoclismo.

5.1.3.2 Chuveiros

Os banhos e duches são usos bastantes significativos na habitação, representando cerca de 37% do consumo médio diário (Figura 4.4), existindo um potencial de poupança significativo associado a medidas que reduzam o volume gasto em cada utilização, sem ser sacrificado o conforto do utilizador. Segundo Baptista (2001), a maioria dos fogos portugueses possui pelo menos um chuveiro e uma banheira e os principais factores que influenciam o consumo associado ao duche são o caudal do chuveiro, a duração do duche e o número de duches por dia do agregado familiar.

A frequência e a duração do duche estão associados a aspectos comportamentais e apresentam alguma variação temporal e espacial. Alguns estudos comprovaram também que os utilizadores têm uma percepção errada sobre a duração real dos seus duches, sendo difícil a quantificação da duração de um duche. De um modo geral, um duche pode demorar entre 5 a 15 minutos (Almeida *et al.*, 2006), mas pode considerar-se um valor médio entre os 5 e 7 minutos de duração (Arpke *et al.*, 2005; Ghisi *et al.*, 2006).

Relativamente aos caudais debitados pelos chuveiros, a norma NP EN 1112:2001 especifica os requisitos relativos aos chuveiros, sendo as saídas de chuveiro classificadas em 6 classes de débito, variando o caudal mínimo permitido entre 7,2 l/min e 38 l/min (a uma pressão de 300 kPa). Estes valores de caudal são já, em parte, considerados eficientes, atendendo à tecnologia disponível actualmente no mercado internacional.

O Diário da República n.º 23/95, de 23 de Agosto, estabelece, para dimensionamento de redes prediais, o caudal mínimo a utilizar nos chuveiros em 9 litros por minuto. Uma vez que o dimensionamento com caudais muito superiores pode resultar em menor desempenho se forem instalados dispositivos de baixo consumo, quando da instalação em Portugal de chuveiros com caudais nas gamas eficientes referidas, deve ser verificado, caso a caso, se há alguma perda de eficiência (Almeida *et al.*, 2006).

A ANQIP propõe chuveiros com caudais inferiores a 5 litros, sendo a substituição dos chuveiros a medida que conduz a melhores resultados em termos de eficiência a substituição dos chuveiros, no entanto, deve notar-se que para os pequenos caudais pode ocorrer choque térmico ou escaldão com mais facilidade, pelo que se recomenda a utilização de torneiras termoestáticas, sendo também desejável a utilização de válvulas que permitam manter caudal constante e/ou torneiras com sistema eco-stop (categorias A+ e A++). Os chuveiros de caudal inferior a 5 litros por minuto têm no rótulo uma recomendação sobre a sua utilização apenas com torneiras termoestáticas. Em relação às banheiras, entende-se que as torneiras não devem ser classificadas, dado que o consumo de água quente depende do volume da banheira que se pretende encher e não do caudal do dispositivo (ANQIP, 2009). Estes modelos mais eficientes de chuveiros conseguem atingir consumos inferiores sem haver perda de pressão, uma vez que recorrem a processos de mistura de ar no fluxo de água ou a processos em que são criadas gotas de água mais finas, não sendo notada a diferença pelo utilizador (Eco-Meios, 2009).

A substituição ou adaptação do chuveiro convencional por um modelo mais eficiente é a forma mais eficaz de poupar água no uso associado a este dispositivo, através da diminuição do caudal e do volume total por utilização.

Por outro lado podem conseguir-se reduções de caudal adoptando os seguintes procedimentos:

- sempre que for necessária a substituição de um chuveiro, optar por um modelo com menor caudal e certificado pela ANQIP;
- instalar no chuveiro convencional arejadores, redutores de pressão (anilha ou válvula) ou válvulas de seccionamento;
- utilizar torneiras misturadoras, monocomando ou termoestáticas, que permitem também diminuir o consumo por utilização, já que permitem a redução do desperdício até a água ter a temperatura desejada (por eliminação do tempo de regulação da temperatura e facilidade de abertura e fecho).

Adequação da utilização de chuveiros

As alterações comportamentais do utilizador enquanto toma duche ou banho permitem reduzir significativamente o consumo associado a estes usos da água sem realização de qualquer investimento na aquisição de novos dispositivos.

A utilização preferencial do duche em alternativa ao banho de imersão, caso se verifique que o utilizador consome efectivamente mais água no banho (por exemplo a quantidade de água usada durante um duche muito prolongado pode ser superior à usada num banho em que apenas é cheio 1/3 da banheira); esta verificação pode ser feita tapando o ralo da banheira enquanto se toma o duche e comparar o enchimento com a situação em que se toma banho;

- Utilização de duches curtos, com um período de água corrente não superior a 5 minutos;
- fecho da água durante o período de ensaboamento e aplicação de champô no duche.

5.1.3.3 Torneiras (lavatório, bidé, banheira e lava-louça)

Segundo Almeida (2006), as torneiras são o dispositivo mais comum quer na habitação quer em instalações colectivas. Numa habitação comum existem no mínimo 3 a 5 torneiras distribuídas pela cozinha e casas de banho. Os principais factores que influenciam o consumo associado às torneiras são o caudal, a duração da utilização e o número de utilizações por dia do agregado familiar.

A frequência de uso e a duração de utilização são também de difícil quantificação, apresentam grande variação temporal e espacial e estão parcialmente associadas a aspectos comportamentais. A duração da utilização pode variar de poucos segundos até vários minutos.

Em termos médios, estima-se que as torneiras representem cerca de 16% do consumo na habitação (Figura 4.4).

Em Portugal, com vista à redução dos consumos de água a ANQIP propõe o uso de torneiras eficientes com caudais inferiores a 2 litros para a casa de banho, e para a cozinha, torneiras com caudais inferiores a 4 litros, no entanto, não existe ainda especificação técnica destes produtos disponível.

5.1.3.4 Máquinas de lavar roupa

Segundo Almeida (2006), as máquinas de lavar roupa domésticas são uns dos electrodomésticos de grande aceitação pública. São hoje em dia equipamentos de utilização generalizada, estimando-se que cerca de 80% dos fogos (de um total de 5 milhões de habitações) existentes em Portugal possuem este equipamento (INE, 1999).

Nas últimas décadas, as máquinas de lavar roupa domésticas têm tido uma evolução rápida em termos de redução dos consumos na lavagem (Figura 5.2). Modelos mais recentes são claramente mais eficientes, consumindo cerca de metade da água comparativamente a modelos produzidos 10 anos atrás.

Actualmente, os modelos de máquina de lavar em uso têm consumos de água muito variáveis, entre 35 e 220 litros por lavagem, podendo admitir-se um valor médio de 90 litros por lavagem em geral, para uma capacidade de carga de 5 kg de roupa de algodão. Os modelos considerados eficientes têm consumos inferiores a 50 litros por lavagem.

Em termos médios, estima-se que as máquinas de lavar sejam responsáveis por cerca de 9% do consumo total de uma habitação. (Figura 4.4).

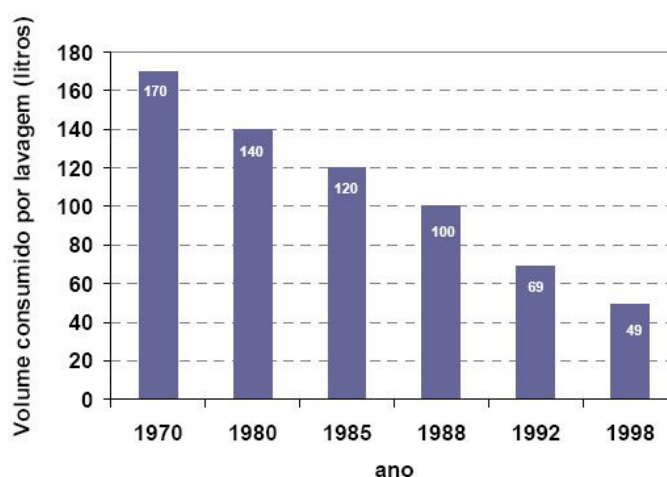


Figura 5.2 – Evolução dos consumos de água para máquinas de lavar roupa (Almeida *et al.*, 2006)

Os factores que mais influenciam o volume de água utilizado em cada lavagem passam pelas próprias características da máquina de lavar, como a idade, o tipo de máquina e os programas disponíveis, e a quantidade de roupa que é colocada em cada lavagem.

Assim, para uma redução do volume na lavagem de roupa tendo em conta estes factores, uma utilização mais eficiente das máquinas de lavar roupa pode ser conseguida pela utilização de modelos com menor consumo e pela alteração dos procedimentos do

utilizador, nomeadamente através da selecção de um programa adequado à quantidade de roupa e à lavagem necessária.

5.1.3.5 Máquinas de lavar louça

Segundo Almeida (2006), estima-se que 16% das habitações portuguesas possuem uma máquina de lavar louça. Apesar de ser um electrodoméstico pouco comum, é espectável que este número aumente com a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

A par do que acontece com as máquinas de lavar roupa, também as máquinas de lavar louça têm sofrido a sua evolução e têm-se tornado cada vez mais eficientes (Figura 5.3). Actualmente o consumo é cerca de 12 a 36 litros de água por lavagem para máquinas com capacidade de serviços para 8 pessoas, e cerca de 12 e 54 litros para capacidades até 12 pessoas. neste último caso, admite-se um valor médio de 22 litros por lavagem.

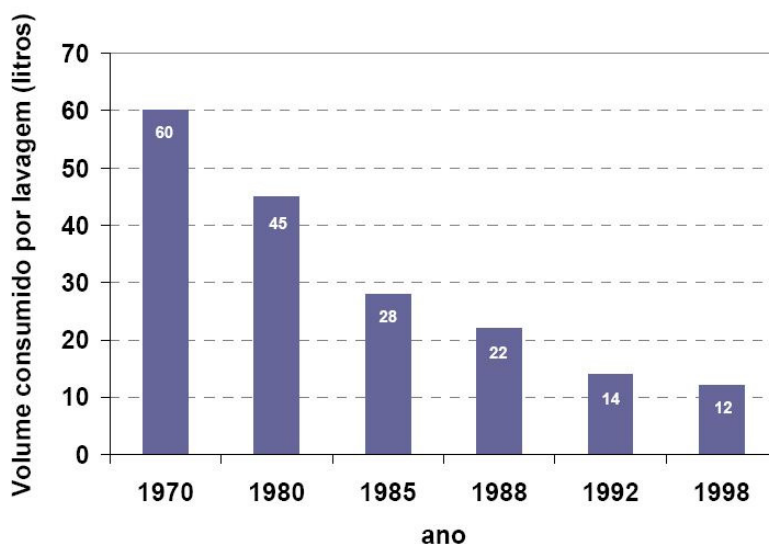


Figura 5.3 – Evolução dos consumos de água para máquinas de lavar louça (Almeida *et al.*, 2006)

Em muitos países, estes consumos em muitos países não são contabilizados na fatia do consumo doméstico diário. Em Portugal, embora o consumo não seja tão elevado como nas máquinas de lavar roupa, tem nas máquinas de lavar louça 2% do seu consumo doméstico (Figura 4.4).

O consumo é influenciado pelas características da máquina, tais como a idade, os programas disponíveis e a carga de louça colocada em cada lavagem. Tendo em conta estes factores, pode aumentar-se a eficiência das máquinas de lavar louça, através da substituição, de modelos convencionais por modelos com menor consumo de água, sendo que é a medida que conduz a maiores poupanças no que diz respeito a este uso da água. No entanto, a alteração de comportamentos na utilização da máquina de lavar louça permite minimizar o número de utilizações e o consumo de água em cada utilização, reduzindo-se deste modo o consumo total associado a este uso, sem necessidade de efectuar qualquer investimento (Almeida *et al.*, 2006).

5.1.4 Aproveitamento de águas pluviais

Segundo Pedroso (2009) e Almeida (2006) a reutilização da água da chuva em meio urbano deverá ser visto como um contributo para o aumento de uma política do uso sustentável da água.

O armazenamento de águas pluviais e a sua subsequente utilização para fins domésticos e sanitários pode constituir-se em muitos casos como uma solução para ajudar na redução dos consumos de água potável, tendo em conta que os volumes de água da chuva captados poderão atingir percentagens na ordem dos 50 % destes consumos.

O reaproveitamento destas águas vai contribuir para a redução das águas a serem tratadas e sua posterior distribuição. Isto vai gerar ganhos económicos mas, fundamentalmente ganhos ambientais.

A utilização destas águas suscita ainda diferentes pareceres em relação a algumas utilizações, podendo referir-se que a utilização para a lavagem de roupa é condicionada pelas normas brasileiras (por razões bacteriológicas), mas aceite pelas normas alemãs. No nosso país, não havendo regulamentação específica, elas são consideradas para:

- lavagem da roupa;
- descargas de autoclismo;
- usos externos (lavagem de pavimentos e automóveis, rega de zonas verdes);
- usos industriais (torres de arrefecimento, redes de incêndio, AVAC, etc.).

O volume de água da chuva a aproveitar tem em conta diversos factores, que devem ser considerados de acordo com o tipo de habitação, tipo de cobertura e a zona do país onde se encontra a habitação onde vai ser instalado o colector de águas pluviais. Os factores são considerados como:

- coeficiente de *run off* da cobertura;
- precipitação média acumulada anual (mm);
- área de captação da superfície;
- eficiência hidráulica da filtragem.

5.1.4.1 Níveis de precipitação no território nacional

O conhecimento dos níveis de precipitação nas diferentes regiões do país torna-se indispensável para a análise da viabilidade do seu aproveitamento. Sendo Portugal um país de pequenas dimensões, poder-se-ia pensar na existência de uma uniformidade climática nas diferentes regiões. Na verdade tal não se verifica, apontando-se como principais razões

para a variabilidade climática a distância em relação à orla marítima, as diferenças do relevo e a latitude.

Apesar das disparidades comprovadas quer em termos sazonais, quer em termos de médias anuais, verifica-se uma certa coerência, salvo algumas situações pontuais, da precipitação nas diferentes localidades do território nacional, quanto aos valores médios. Deste modo, podemos calcular os volumes de água da chuva passíveis de captação, armazenamento e posterior utilização, nas diferentes regiões do território nacional.

Na Figura 5.4 registam-se os valores das precipitações médias anuais, verificadas nas diferentes localidades do território nacional, no período de 1961 a 1990.

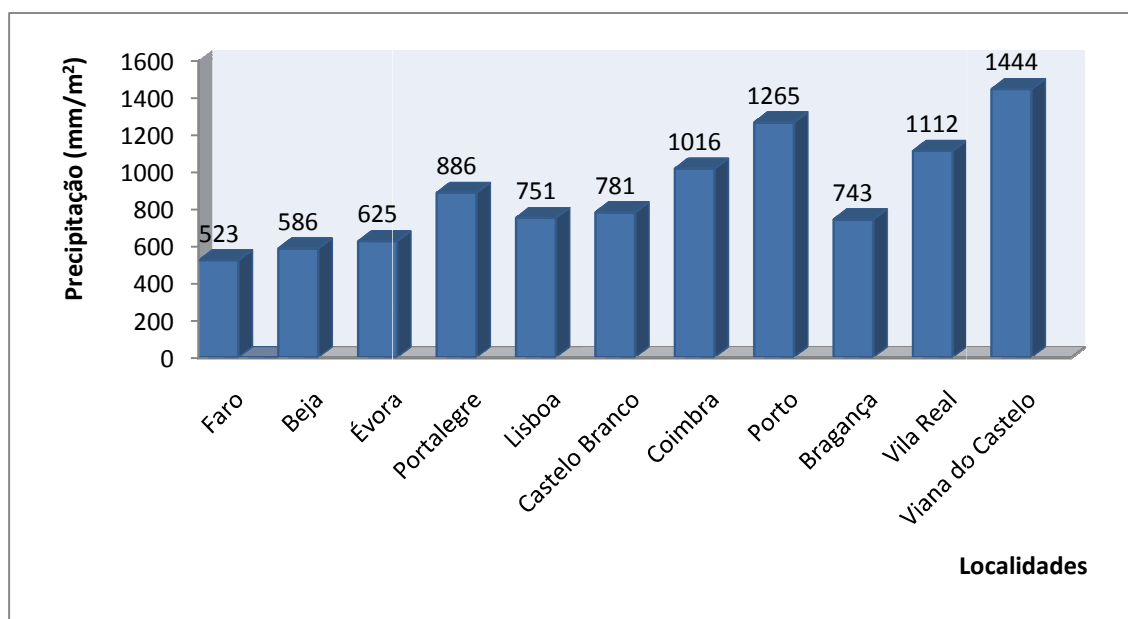


Figura 5.4 – Precipitações médias anuais (Instituto de Meteorologia, 2009)

5.1.4.2 Quadro legal do aproveitamento de águas não potáveis

Ainda segundo Pedroso (2009), quanto às águas pluviais, estas serão designadas como não potáveis, sendo que o seu uso deverá ser limitado ao fornecimento de sistemas de rega e de sistemas de combate a incêndios, lavagem de pavimentos e veículos, descargas de autoclismos e lavagem de roupa. A aceitação destes sistemas de disposição de água não potável levanta algumas dificuldades de carácter legal, uma vez que, em termos de legislação nacional (Decreto-Regulamentar n.º23/95 [Artigo 86º], 1995), está vedada a presença destas nas edificações de redes de distribuição de água não potável para alguns destes fins.

Artigo 86.º

Utilização de Água não potável

- 1 – A entidade gestora do serviço de distribuição pode autorizar a utilização de água não potável exclusivamente para a lavagem de pavimentos, rega, combate a incêndios e fins industriais não alimentares, desde que salvaguardadas as condições de defesa da saúde pública.*
- 2 – As redes de água não potável e respectivos dispositivos de utilização devem ser sinalizados.*

5.1.5 Aproveitamento de águas cinzentas

A reutilização de águas cinzentas, ou seja, águas provenientes de duches, bidés e lavatórios, após tratamento adequado, é já reconhecida em diversos países como uma medida capaz de reduzir significativamente os consumos urbanos de água potável, embora existam alguns países que limitem essa possibilidade, referindo o risco de problemas para a saúde pública decorrentes de eventuais salpicos na sua utilização. O seu contributo para a poupança de água é dado através da sua reutilização em descargas de autoclismos, em sistemas de rega e em sistemas de combate a incêndios. Em geral, é necessário um tratamento adequado (filtração e desinfecção) mais ou menos exigente, consoante a qualidade da água e o uso a que se destina.

Tal como acontece com as águas pluviais, o aproveitamento destas águas em edifícios levanta alguns problemas de carácter legal, pelo que se justifica um estudo aprofundado destas situações que conduza a uma definição adequada dos tipos de tratamento e dos parâmetros a que as mesmas deverão estar sujeitas, entre as quais se destacam o bacteriológico, o aspecto e a capacidade de aderência, para que estes elementos sejam introduzidos na nossa regulamentação de forma a viabilizar a utilização deste tipo de águas em edifícios como os de habitação (Pedroso, 2009; Almeida *et al.*, 2006; Baptista *et al.*, 2001).

6 Análise comparativa de medidas para o uso eficiente da água – exemplos de aplicação

6.1 Uso de dispositivos eficientes

Os exemplos apresentados pressupõem as mesmas utilizações de água tanto em habitações unifamiliares como em multifamiliares, pois considera-se que os habitantes terão as mesmas necessidades e padrão de utilização idêntico ou similar.

6.1.1 Autoclismos

Para a análise comparativa entre uma solução eficiente e uma convencional, estima-se que, em média, os portugueses terão um sistema de autoclismo de descarga única com um volume de 9 litros, em que a média diária de utilização do autoclismo é de 5 vezes por dia.

No caso de se optar por um autoclismo de categoria de eficiência hídrica “A”, os valores de poupança comparados com um autoclismo convencional de 9 litros são 57% inferiores, o que resulta numa poupança anual de água de 8,4 m³ no caso de 1 indivíduo, e de 33,6 m³ para a situação de um agregado de 4 pessoas (Tabela 6.1). Se se optar por um sistema ultra-eficiente, categoria de eficiência hídrica “A++”, as poupanças serão ainda mais significativas, correspondendo a cerca de 67%, em que, no caso individual, a poupança assume o valor de 10 m³ anuais, e no caso de um agregado de 4 pessoas corresponde a 40 m³ (Tabela 6.2).

Nº de pessoas	Consumo diário com autoclismo convencional (9 litros)	Utilização e consumo diário utilizando sistema dual (6 e 3 litros) (A)			Poupança %	Poupança anual (m ³)
		6 litros	3 litros	Consumo		
1	45	1,5	3,5	19,5	57	8,4
4	180	6	14	78	57	33,6

Tabela 6.1 – Poupanças de água na utilização de autoclismos eficientes categoria A

Nº de pessoas	Consumo diário com autoclismo convencional (9 litros)	Utilização e consumo diário utilizando sistema dual (4 e 2,5 litros) (A++)			Poupança %	Poupança anual (m ³)
		4 litros	2,5 litros	Consumo		
1	45	1,5	3,5	14,75	67	10
4	180	6	14	59	67	40

Tabela 6.2 – Poupanças de água na utilização de autoclismos eficientes categoria A++

6.1.2 Chuveiros

Como referido anteriormente, a frequência e a duração do duche estão associadas a aspectos comportamentais do utilizador, o que torna difícil a sua quantificação.

Para este exemplo comparativo, estimou-se o tempo de duração do duche em 5 minutos, o que num chuveiro convencional de 15 l/min se traduz em 75 l/hab.dia, ficando cerca de 25 litros acima da média nacional. Este facto evidencia por si a necessidade de um estudo mais aprofundado dos comportamentos domésticos, no que respeita à utilização da água, uma vez que as relações percentuais da utilização de água doméstica poderão não reflectir com toda a exactidão a realidade do consumo e utilização da água em Portugal.

Ainda assim, nas substituições dos chuveiros convencionais por chuveiros eficientes com torneira termoestática ou com eco-stop é possível aumentar o nível de poupança da água de modo significativo.

No exemplo referido na Tabela 6.3, é aplicado um redutor de caudal num chuveiro convencional com um caudal de 15 l/min, alterando o caudal para 9 l/min. Com esta operação o nível de poupanças que se obtém é na ordem dos 40%, o que se verifica para um indivíduo em cerca de 10 m³ anuais e no caso de um agregado composto por 4 pessoas, poupanças muito próximas dos 40 m³.

No caso da substituição do chuveiro ou sistema de duche por um mais eficiente (Tabela 6.4), em que o chuveiro convencional de 15 l/min é substituído por um chuveiro eficiente de 6 l/min, categoria de eficiência hídrica “A”, esta alteração traduz-se numa poupança aproximada de 60%, o que equivale a cerca de 15 m³ anuais por pessoa e, caso seja contabilizado o consumo de um agregado de 4 pessoas, esta poupança situa-se próxima dos 60 m³ anuais. Se forem considerados chuveiros ou sistemas de duche ainda mais eficientes, 5 l/min, categoria de eficiência hídrica “A+” (Tabela 6.5), a poupança poderá atingir os 67% em relação aos sistemas convencionais de 15 l/min, o que se traduz numa poupança de 16,5 m³ no caso de ser só um indivíduo ou de 66 m³ anuais de se contabilizar um agregado de 4 pessoas.

Nº pessoas	Tempo de duche (min)	Consumo de um chuveiro convencional 15 litros (l)	Consumo de um chuveiro convencional 9 litros (l)	Poupança (%)	Poupança anual (m ³)
1	5	75	45	40	9,9
4	5	300	180	40	39,6

Tabela 6.3 – Poupanças de água na utilização de chuveiros convencionais com caudal de 9 litros

Nº pessoas	Tempo de duche (min)	Consumo de um chuveiro convencional 15 litros (l)	Consumo de um chuveiro eficiente 6 litros A+ (l)	Poupança (%)	Poupança anual (m ³)
1	5	75	30	60	14,8
4	5	300	120	60	59,4

Tabela 6.4 – Poupanças de água na utilização de chuveiros eficientes de categoria A

Nº pessoas	Tempo de duche (min)	Consumo de um chuveiro convencional 15 litros (l)	Consumo de um chuveiro eficiente 5 litros A+ (l)	Poupança (%)	Poupança anual (m ³)
1	5	75	25	67	16,5
4	5	300	100	67	66

Tabela 6.5 – Poupanças de água na utilização de chuveiros eficientes de categoria A+

6.1.3 Torneiras

Como foi descrito, a ANQIP separa a certificação das torneiras de lavatório das torneiras de lava-louças. Os padrões de utilização de consumo destas torneiras são também de difícil quantificação, embora se possa considerar que a utilização diária seja aproximadamente de 2,5 minutos para as torneiras de lavatório e bidé nas casas de banho e de 3 minutos diários para as torneiras de lava-louças (Arpke *et al.*, 2005; Ghisi *et al.*, 2006).

Assim, é também importante analisar os efeitos das alterações dos dispositivos de torneiras, em termos de consumos de água.

6.1.3.1 Torneiras de casa de banho

Para as torneiras de casa de banho, o exemplo de poupança estudado considera a comparação de um torneira convencional com um caudal de 8 l/min com uma torneira eficiente com um caudal de 3 l/min. Considerando a situação de 1 indivíduo que utiliza em média a torneira cerca de 2,5 minutos diários, o potencial de poupança na substituição das torneiras é cerca de 62% o que equivale a 4,1 m³ anuais. Se se tratar de um agregado familiar com os mesmos padrões de consumo, a poupança será de 16,5 m³ anuais (Tabela 6.6).

Nº pessoas	Tempo de utilização (min)	Consumo de uma torneira convencional 8 litros (l)	Consumo de uma torneira eficiente 3 litros A (l)	Poupança (%)	Poupança anual (m ³)
1	2,5	20	7,5	62,5	4,1
4	2,5	80	30	62,5	16,5

Tabela 6.6 – Poupanças de água na utilização de torneiras de lavatório eficientes de categoria A

6.1.3.2 Torneiras de lava-louça

Para o caso das torneiras de lava-louça, considerou-se uma utilização de 3 minutos diários por pessoa, sendo que nestas torneiras estão englobadas as operações de limpeza e preparação da alimentos. Uma torneira convencional com um caudal de 12 l/min substituída por uma torneira eficiente com um caudal de 4 l/min traduz-se num potencial de poupança de 67%, representando no caso individual uma poupança de cerca de 7,9 m³ anuais e no caso de um agregado de 4 pessoas uma poupança de 31,6 m³ anuais (Tabela 6.7).

Nº de pessoas	Tempo de utilização (min)	Consumo de uma torneira convencional 12 litros (l)	Consumo de uma torneira eficiente 4 litros A (l)	Poupança (%)	Poupança anual (m ³)
1	3	36	12	67	7,9
4	3	144	48	67	31,6

Tabela 6.7 – Poupanças de água na utilização de torneiras de lava-louça eficientes de categoria A

6.1.4 Máquina de lavar roupa

Como exemplo de poupança referente às máquinas de lavar roupa, admite-se uma frequência média de lavagem de 0,3 ciclos hab.dia (Arpke *et al.*, 2005 e Ghisi *et al.*, 2006), com um consumo médio de 90 litros por ciclo para uma máquina de lavar convencional, e 50 litros por ciclo para máquinas de lavar eficientes (Almeida *et al.*, 2007).

O potencial de poupança associado às máquinas de lavar roupa para o caso de um indivíduo é de cerca de 44%, o que anualmente se traduz em cerca de 3,9 m³. Para o caso de um agregado familiar, a poupança originada é de cerca de 15,8 m³ (Tabela 6.8), o que é relevante face ao recurso e à sua disponibilidade.

Nº de pessoas	Frequência de utilização	Consumo de máquina de lavar convencional de 90 litros (l)	Consumo de máquina lavar eficiente de 50 litros (l)	Poupança (%)	Poupança anual (m ³)
1	0,3	27	15	44	3,9
4	0,3	108	60	44	15,8

Tabela 6.8 – Poupança associada às máquinas de lavar roupa eficientes

6.1.5 Máquina de lavar louça

No caso da análise da poupança possível a obter na utilização das máquinas de lavar louça, admite-se a mesma utilização e frequência média de lavagem das máquinas de lavar roupa de 0,3 ciclos hab.dia (Arpke *et al.*, 2005 e Ghisi *et al.*, 2006). Para as máquinas convencionas, é admitido o valor médio de 22 litros por ciclo, e para as máquinas eficientes 11 litros por ciclo.

O potencial de poupança associado às máquinas de lavar louça para o caso de um indivíduo é de 50%, o que corresponde a cerca de 1 m³ anual de poupança. Para o caso de um agregado composto por 4 pessoas, a poupança anual é de 4 m³ (Tabela 6.9).

Nº de pessoas	Frequência de utilização	Consumo de máquina de lavar convencional de 22 litros (l)	Consumo de máquina de lavar eficiente de 11 litros (l)	Poupança (%)	Poupança anual (m ³)
1	0,3	6,6	3,3	50	1
4	0,3	26,4	13,2	50	4

Tabela 6.9 – Poupanças associada às máquinas de lavar louça eficientes

6.1.6 Resultados

A análise dos resultados evidencia duas situações:

- 1- a aplicação de dispositivos eficientes e certificados é uma medida que certamente irá mudar os níveis de consumo da água nas habitações;
- 2- através da aplicação de dispositivos eficientes e de máquinas de lavar roupa e louça eficientes, a poupança do recurso água é elevada, o que reforça o interesse na rotulação, dado que podemos contribuir a redução do consumo, de acordo com os valores indicados na Tabela 6.10.

Dispositivos	Certificação	Poupança (%)
Autoclismos	A	57
Chuveiro	A+	67
Torneiras de lavatório	A	62,5
Torneiras de lava-louça	A	67
Máquina de lavar roupa	A	44
Máquina de lavar louça	A	50

Tabela 6.10 – Poupanças associadas a dispositivos e equipamentos eficientes

Esta redução de consumo aplicada ao consumo diário de cada indivíduo pode traduzir-se, com base no estudo desenvolvido, no seguinte:

Para o caso de habitações multifamiliares, a redução do consumo poderá ser de cerca de 58%, enquanto deve-se no caso de habitações unifamiliares a poupança poderá ser de cerca 51%. Esta diferença é devida aos consumos externos, em que não é considerada nenhuma medida, visto que a quantidade de água que é necessária para realizar as diversas tarefas no exterior continua a ser a mesma (Tabela 6.11, Tabela 6.12).

Com a aplicação de torneiras de caudal reduzido (4 litros) nos lava-louças, os ganhos não serão efectivamente potencializados na poupança do agregado, pois é necessário um mínimo de água para ingestão e para a preparação dos alimentos. Segundo Gleick (1996), considera-se um mínimo de 10 l/hab.dia, por isso, as torneiras instaladas nos lava-louças apenas reduzem o caudal por minuto, não reduzindo efectivamente a quantidade de água gasta, passando de 11 l/hab.dia para 10 l/hab.dia.

O mesmo foi adoptado para as torneiras do lavatório, sendo utilizado um mínimo de 5 l/hab.dia, o que faz com que as torneiras aplicadas não potenciem o ganho total do agregado.

Habitação multifamiliar	Consumo sem medidas de poupança			Poupança com equipamentos eficientes	Consumo com medidas de poupança			
Dispositivos	Consumo (l/hab.dia)	Consumo (m ³ /hab.ano)	Consumo (m ³ /agr.ano)		Consumo (l/hab.dia)	Consumo (m ³ /hab.ano)	Consumo (m ³ /agr.ano)	
Autoclismo	43	14,2	42,6	57%	18,5	6,1	18,3	
Torneiras de lava-louça	15	5	14,9	67%	10,0	3,3	9,9	
Torneiras de lavatório	7	2,3	6,9	63%	5,0	1,7	5,0	
Banho/Duche	52	17,2	51,5	67%	17,2	5,7	17,0	
Máquina lavar roupa	13	4,3	12,9	44%	7,3	2,4	7,2	
Máquina lavar louça	3	1,0	3,0	50%	1,5	0,5	1,5	
Perdas	7	2,31	6,9	-	-	-	-	Poupança absoluta
Total	140	46	138,6	-	59	20	58,8	58%

Tabela 6.11 – Poupança de habitação multifamiliar com recurso a dispositivos eficientes

Habitação unifamiliar	Consumo sem medidas de poupança			Poupança com equipamentos eficientes	Consumo com medidas de poupança			
Dispositivos	Consumo (l/hab.dia)	Consumo (m ³ /hab.ano)	Consumo (m ³ /agr.ano)		Consumo (l/hab.dia)	Consumo (m ³ /hab.ano)	Consumo (m ³ /agr.ano)	
Autoclismo	43	14,2	56,8	57%	18,5	5,7	24,4	
Torneiras de lava-louça	15	5	19,8	67%	10,0	3,3	13,2	
Torneiras de lavatório	7	2,3	9,2	63%	5,0	1,7	6,6	
Banho/Duche	52	17,2	68,6	67%	17,2	5,7	22,7	
Máquina lavar roupa	13	4,3	17,2	44%	7,3	2,4	9,6	
Máquina lavar louça	3	1,0	4,0	50%	1,5	0,5	2,0	
Exterior	20	6,6	26,4	-	20,0	6,6	26,4	Poupança absoluta
Perdas	7	2,3	9,2	-	-	-	-	
Total	160	52,8	211,2	-	79	26	105	51%

Tabela 6.12 – Poupança de habitação unifamiliar com recurso a dispositivos eficientes

6.2 Aproveitamento de águas pluviais

Uma outra análise importante a desenvolver, tendo em consideração o objectivo do trabalho, é o estudo do aproveitamento de águas pluviais, que na presente situação teve em conta a especificação técnica ANQIP ETA 0701 (2009b). Para o estudo e estabelecimento de uma análise comparativa do aproveitamento de águas pluviais em edifícios, adoptou-se o seguinte contexto base:

- Edifício de habitação unifamiliar com uma área de captação (200m²) tipologia T4, em que habitam 4 pessoas (a dimensão média do agregado em Portugal é de 3,1 pessoas por fogo), com um consumo de 160 l/hab.dia, o que se traduz num consumo doméstico anual de 211 m³ para este agregado familiar. Se considerarmos a distribuição dos consumos domésticos passíveis de serem aproveitados pelas águas pluviais 48% (autoclismo, máquina de lavar roupa e usos externos), conforme se verifica na Figura 6.1, temos um volume de 100 m³ passível de ser substituído por água pluvial.
- Edifício multifamiliar com uma área de captação de 480m², constituído por 5 pisos com duas habitações por piso de tipologia T3, em que habitam 3 pessoas com um consumo de 140 l/hab.dia, o que se traduz num consumo doméstico anual de 138,6 m³. Para este caso, se considerarmos a distribuição dos consumos domésticos passíveis de serem aproveitados pelas águas pluviais, 40% (autoclismo e máquina de lavar roupa), conforme se verifica na Figura 6.2, temos um volume de 55,4 m³/agregado.ano passível de ser substituído por água pluvial.

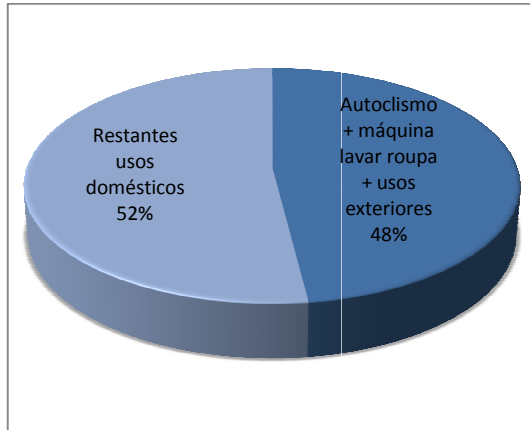


Figura 6.1 – Distribuição dos consumos domésticos passíveis de serem aproveitados por sistema pluvial em edifícios unifamiliares

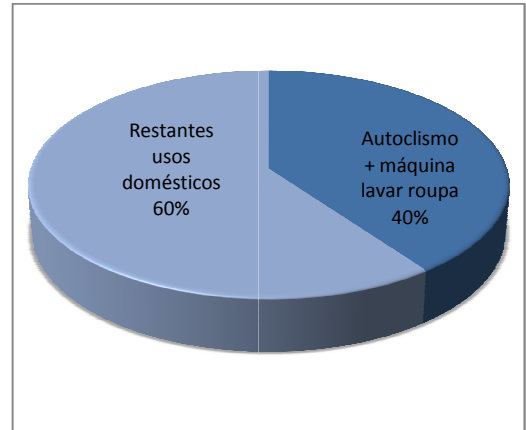


Figura 6.2 – Distribuição dos consumos domésticos passíveis de serem aproveitados por sistema pluvial em edifícios multifamiliares

O volume de água da chuva a aproveitar para a redução do consumo de água potável tem em conta os diversos factores referidos anteriormente e pode ser traduzido pela seguinte expressão:

$$V_a = C \times P \times A \times \eta_f \text{ (ANQIP, 2009b)}$$

em que:

V_a – Volume anual de água da chuva aproveitável (litros)
 C – Coeficiente de *run off* da cobertura
 P – Precipitação média acumulada anual (mm)
 A – área de captação
 η_f – Eficiência hidráulica da filtragem

Considera-se que o valor da eficiência hidráulica da filtragem é constante ($\eta_f = 0,9$) e apresentam-se os seguintes valores para o coeficiente de *run off* da cobertura (Tabela 6.10).

Coeficiente de <i>run off</i> da cobertura (C)		
Tipo A	Coberturas impermeáveis	0,8
Tipo B	Coberturas com gravilha	0,6
Tipo C	Coberturas verdes extensivas	0,5
Tipo D	Coberturas verdes intensivas	0,3

Tabela 6.13 – Valores para o coeficiente de *run off* de coberturas

Assim, o valor do volume de água a aproveitar (Tabela 6.14) é especificado em três zonas geográficas do país, sendo cada zona subdividida de acordo com a tipologia de cobertura. A escolha foi efectuada segundo a zona de menor pluviosidade, pluviosidade intermédia e pluviosidade elevada, com o objectivo de verificar se é aconselhável instalar o sistema de aproveitamento de águas pluviais e se podemos ter os benefícios por completo, avaliando a poupança máxima possível.

Para o caso de habitações unifamiliares o colector a adoptar terá a capacidade de 10 m³, o que equivale a uma autonomia de 1 mês tendo em conta que diariamente são utilizados cerca de 76 litros nos vários dispositivos (Tabela 4.4), ou seja, 304 litros no total dos 4 habitantes dados como exemplo.

Para o caso de habitações multifamiliares, o colector a adoptar terá a capacidade 30 m³, e será comum a todos os habitantes do edifício. A estimativa de utilização é igualmente feita, pois são consideradas fracções iguais (T3) e com o mesmo numero de habitantes em cada uma. Assim, estimando um consumo diário de 56 litros por habitante de acordo com a Tabela 4.4, teremos aproximadamente um consumo de 1700 litros diários repartidos por 30 habitantes, o que se traduz numa autonomia de cerca de 15 dias para o depósito de águas pluviais, sendo estes aproximados de modo desfavorável à máxima poupança.

Localização	Pluviosidade (mm/m ²)	Tipo	V _a (m ³) Habitação unifamiliar	V _a (m ³) Habitação multifamiliar
Faro	523	Tipo A	75,3	18,1
		Tipo B	56,5	13,6
		Tipo C	47,1	11,3
		Tipo D	28,2	6,8
Lisboa	751	Tipo A	108,1	26,0
		Tipo B	81,1	19,5
		Tipo C	67,6	16,2
		Tipo D	40,6	9,7
Porto	1265	Tipo A	182,2	43,7
		Tipo B	136,6	32,8
		Tipo C	113,9	27,3
		Tipo D	68,3	16,4

Tabela 6.14 – Possibilidade de volume de água captado consoante o coeficiente de *run off* da cobertura

Em ambas as situações, terminada a água contida no depósito é feito automaticamente o *by-pass* para água potável da rede pública. Admitindo uma majoração que em Portugal, nos meses de Verão, não existe precipitação, isto é, 90 dias sem água nova no colector (Instituto de Meteorologia, 2009), foi calculado um valor máximo passível de ser substituído pela água da chuva. Na Tabela 6.15 são apresentados os volumes passíveis de serem substituídos por água da chuva em situação padrão.

Para o caso de uma habitação unifamiliar, em 300 dias do ano a utilização de água na habitação poderá ser substituída por águas da chuva, sendo que nos restantes 65 dias, o que corresponde sensivelmente a 2 meses, a utilização de água terá de ser feita por água potável da companhia, o que perfaz um total de 55 m³ ou de 91,2 m³, no caso de a habitação conter dispositivos eficientes como os apresentados no capítulo 6.1, ou dispositivos convencionais respectivamente. Para uma habitação multifamiliar, teremos uma situação semelhante, sendo que em 290 dias do ano a utilização de água na habitação poderá ser substituída por águas da chuva, o que corresponde a uma poupança de 22,4 m³ no caso de a habitação ter dispositivos eficientes, ou 48,7 m³ no caso de dispositivos convencionais.

Tipo de habitação	Dispositivos convencionais (m ³)	Com dispositivos eficientes (m ³)
Unifamiliar (colector 10 m³)	91,2	55,0
Multifamiliar (colector 30 m³)	48,7	22,4

Tabela 6.15 – Volumes passíveis de serem substituídos por água da chuva

A poupança tomará diferentes valores de acordo com o tipo de cobertura do edifício e zona de localização geográfica. Assim, para os vários tipos de cobertura e para as três zonas seleccionadas na análise, os resultados são os que constam na tabela seguinte para o caso de habitações unifamiliares (Tabela 6.16), e na Tabela 6.17, para o caso habitações multifamiliares.

Relativamente às habitações unifamiliares (Tabela 6.16), a integração de dispositivos eficiente com sistema de aproveitamento de águas pluviais toma o seu valor máximo em todas as zonas, ficando num valor próximo deste quando se aplica o sistema em coberturas do Tipo C e D. Quando apenas se aplica o sistema de aproveitamento de águas pluviais, só se consegue ter o valor de poupança máxima na zona de Lisboa com uma cobertura do Tipo A e na zona do Porto com cobertura do Tipo A, B e C. Deste modo é aconselhável a instalação de um sistema de águas pluviais conjuntamente com dispositivos eficientes no interior da habitação, de modo a obter-se o máximo de poupança possível.

Zona	Tipo de cobertura	Volume poupado (m ³)	Consumo com dispositivos convencionais (m ³)	Poupança anual relativa ao consumo doméstico total (%)	Volume poupado (m ³)	Consumo com dispositivos eficientes (m ³)	Poupança anual relativa ao consumo doméstico total (%)
Faro	Tipo A	75,3	135,9	35,7	55,0	50,0	76,3
	Tipo B	56,5	154,7	26,7	55,0	50,0	76,3
	Tipo C	47,1	164,1	22,3	47,1	57,9	72,6
	Tipo D	28,2	183,0	13,4	28,2	76,8	63,7
Lisboa	Tipo A	91,2	120,0	43,2	55,0	50,0	76,3
	Tipo B	81,1	130,1	38,4	55,0	50,0	76,3
	Tipo C	67,6	143,6	32,0	55,0	50,0	76,3
	Tipo D	40,6	170,6	19,2	40,6	64,4	69,5
Porto	Tipo A	91,2	120,0	43,2	55,0	50,0	76,3
	Tipo B	91,2	120,0	43,2	55,0	50,0	76,3
	Tipo C	91,2	120,0	43,2	55,0	50,0	76,3
	Tipo D	68,3	142,9	32,3	55,0	50,0	76,3

Tabela 6.16 – Poupança induzida com o aproveitamento das águas pluviais em habitações unifamiliares

No que respeita às habitações multifamiliares (Tabela 6.17), a poupança apenas é máxima em alguns tipos de cobertura e quando integrados com dispositivos eficientes. No entanto, nas restantes tipologias situa-se perto do seu valor máximo. No caso de o sistema não ser integrado com dispositivos eficientes, a poupança torna-se bastante reduzida.

Zona	Tipo	Volume poupado (m ³)	Consumo com dispositivos convencionais (m ³)	Poupança anual relativa ao consumo doméstico total (%)	Volume poupado (m ³)	Consumo com dispositivos eficientes (m ³)	Poupança anual relativa ao consumo doméstico total (%)
Faro	Tipo A	18,1	120,5	13,0	18,1	40,7	70,6
	Tipo B	13,6	125,0	9,8	13,6	45,2	67,4
	Tipo C	11,3	127,3	8,2	11,3	47,5	65,7
	Tipo D	6,8	131,8	4,9	6,8	52,0	62,5
Lisboa	Tipo A	26,0	112,6	18,7	22,4	36,4	73,7
	Tipo B	19,5	119,1	14,0	19,5	39,3	71,6
	Tipo C	16,2	122,4	11,7	16,2	42,6	69,3
	Tipo D	9,7	128,9	7,0	9,7	49,1	64,6
Porto	Tipo A	43,7	94,9	31,5	22,4	36,4	73,7
	Tipo B	32,8	105,8	23,7	22,4	36,4	73,7
	Tipo C	27,3	111,3	19,7	22,4	36,4	73,7
	Tipo D	16,4	122,2	11,8	16,4	42,4	69,4

Tabela 6.17 – Poupança induzida com o aproveitamento das águas pluviais em habitações multifamiliares

Nitidamente, este sistema tem uma maior vantagem em edifícios unifamiliares, pois apresenta uma maior área de captação comparativamente a edifícios multifamiliares, em que a área de captação, apesar de ser maior, dependerá do número de fogos do edifício.

6.3 Aproveitamento de águas cinzentas

Para o estabelecimento de uma análise comparativa do aproveitamento de águas cinzentas em edifícios adoptaram-se as tipologias consideradas na análise desenvolvida no aproveitamento das águas pluviais, de modo a alcançar-se a melhor conclusão comparativa dos sistemas de aproveitamento deste tipo de águas.

Importa salientar que o consumo dos lava-louças representa cerca de 70% dos consumos totais das torneiras (Arpke *et al.*, 2005; Ghisi *et al.*, 2006) e que, no que respeita ao aproveitamento de águas cinzentas, é um consumo excluído por se encontrar na categoria de águas negras.

Assim, para as duas tipologias, unifamiliar e multifamiliar, os consumos disponíveis e necessários estão descritos na Tabela 6.18 e na Tabela 6.19, respectivamente. Desde logo se pode observar o potencial desta solução em termos de aproveitamento da água enquanto recurso.

Para o caso das habitações unifamiliares em que as águas cinzentas são reutilizadas nos autoclismos e no exterior, verifica-se que existe mais água disponível (44%) que a necessária (40%), sendo a poupança de 100%, o que numa habitação de 4 pessoas, considerando-se que estas se encontram em casa 330 dias por ano, traduz-se em aproximadamente 83,2 m³ de água anuais.

Dispositivos	Unifamiliar			
	Disponibilidades		Necessidades	
	l/hab.dia	%	l/hab.dia	%
Chuveiro	52	32		
Autoclismos			43	27
Torneiras	6,6	4		
Máquina de lavar roupa	13	8		
Externo			20	13
Total	71,6	44	63	40

Tabela 6.18 – Disponibilidades e necessidades de águas cinzentas num edifício unifamiliar (adaptado de Ghisi *et al.*, 2007)

Para o caso das habitações multifamiliares, em que as águas cinzentas apenas são reutilizadas nos autoclismos, verifica-se igualmente que existe mais água disponível (51%) do que a necessária (31%), sendo a poupança neste caso de 100%, o que numa habitação de 3 pessoas, significaria uma poupança de aproximadamente 42,5 m³ por ano.

Dispositivos	Multifamiliar			
	Disponibilidades		Necessidades	
	l/hab.dia	%	l/hab.dia	%
Chuveiro	52	37		
Autoclismos			43	31
Torneiras	6,6	5		
Máquina de lavar roupa	13	9		
Total	71,6	51	43	31

Tabela 6.19 – Disponibilidades e necessidades de águas cinzentas num edifício multifamiliar (adaptado de Ghisi *et al.*, 2007)

Este é um sistema que independentemente do padrão de consumo (120, 140, 160 l/hab.dia), terá os mesmos valores de poupança, pois estes têm por base inicial o aproveitamento de água nos duches, torneiras e máquinas de lavar, que será sempre maior do que o consumido nos autoclismos, para o caso de um edifício multifamiliar, e maior que o consumido nos autoclismos e nos usos externos no caso de um edifício unifamiliar.

Assim, numa habitação, o aproveitamento das águas cinzentas é 100% eficiente, pois o que se gasta de água é sempre suficiente para cobrir as necessidades, o que leva a poupanças de 43 m³ e 83,2 m³ anuais para o caso de habitações multifamiliares e unifamiliares respectivamente (Tabela 6.20, Tabela 6.21).

Disponibilidades de água		Necessidades de água		Poupança anual	Poupança (%)
(l/hab.dia)	(%)	(l/hab.dia)	(%)	(m ³)	
71,6	51	43	31	42,5	31

Tabela 6.20 – Aproveitamento de águas cinzentas numa habitação multifamiliar

Disponibilidades de água		Necessidades de água		Poupança anual	Poupança (%)
(l/hab.dia)	(%)	(l/hab.dia)	(%)	(m ³)	
71,6	44	63	40	83,2	40

Tabela 6.21 – Aproveitamento de águas cinzentas numa habitação unifamiliar

6.4 Discussão do capítulo

Em termos de poupança do recurso água, qualquer uma das medidas analisadas será vantajosa e recomendável.

Para o caso unifamiliar, qualquer medida apresenta poupanças que poderão variar entre os 40% e os 76,3%, no que concerne ao aproveitamento de águas cinzentas e águas pluviais conjuntamente com dispositivos eficientes, respectivamente. Embora a poupança de 76,3% se traduza na redução do caudal de 160 l/hab.dia para 37,9 l/hab.dia, podendo por isso parecer muito ambiciosa, tal redução é possível, dado que contempla todas as necessidades de água de uma pessoa (Tabela 6.22).

Medida	Consumo normal (m ³ /agr.ano)	Redução (m ³ /agr.ano)	Consumo final (m ³ /agr.ano)	Consumo (l/hab.dia)	Poupança (%)
Águas cinzentas	211,2	83,2	128	117	40
Águas pluviais	211,2	91,2	120	90,8	43,2
Dispositivos Eficientes	211,2	106,2	105	79	50
Águas pluviais + Dispositivos Eficientes	211,2	161,2	50	37,9	76,3

Tabela 6.22 – Comparação de medidas em habitações unifamiliares

Para o caso multifamiliar, o aproveitamento de águas cinzentas e águas pluviais são bastante semelhantes, sendo que as medidas com menor eficácia se situam entre 31% e 31,5%. Se se tratar de um sistema de aproveitamento das águas pluviais conjugado com dispositivos eficientes torna-se na escolha ideal, pois permite reduzir o consumo em cerca de 73,7 %, o que se traduz num consumo de 36,7 l/hab.dia (Tabela 6.23).

Medida	Consumo normal (m ³ /agr.ano)	Redução (m ³ /agr.ano)	Consumo final (m ³ /agr.ano)	Consumo (l/hab.dia)	Poupança (%)
Águas cinzentas	138,6	42,5	96,1	97,1	31
Águas pluviais	138,6	43,7	94,9	95,9	31,5
Dispositivos eficientes	138,6	79,8	58,8	59	58
Águas pluviais + dispositivos eficientes	138,6	102,2	36,4	36,7	73,7

Tabela 6.23 – Comparação de medidas em habitações multifamiliares

Importa referir que, considerando a utilização de água potável nas habitações, sem medidas de poupança associadas, 31% teriam como destino as descargas de autoclismo e apenas 16% as torneiras de lavatórios e lava-louças. Com medidas de poupança implementadas, isto é, dispositivos eficientes e sistema de aproveitamento de águas pluviais, a situação seria totalmente invertida, pois a utilização de água potável passaria a ser de 0% em descargas de autoclismos e 45% em torneiras, o que utilizando o bom senso faz todo o sentido pois é onde a água deve ser utilizada juntamente com os banhos e duchas que utilizam 50% do consumo total (Tabela 6.24).

Utilizações	Edifício multifamiliar				Edifício unifamiliar			
	Sem medidas de poupança		Com medidas de poupança		Sem medidas de poupança		Com medidas de poupança	
	(l/hab.dia)	(%)	(l/hab.dia)	(%)	(l/hab.dia)	(%)	(l/hab.dia)	(%)
Autoclismo	43	31	0	0	43	27	0	0
Torneiras	22	16	16,5	45	22	14	17,1	45
Banho/Duche	52	37	18,4	50	52	32	19,0	50
Maquina lavar roupa	13	9	0	0	13	8	0	0
Maquina lavar loiça	3	2	1,8	5	3	2	1,9	5
Perdas	7	5	0	0	7	4	0	0
Exterior	-	-	-	-	20	13	0	0
Total	140	100	36,7	100	160	100	37,9	100

Tabela 6.24 – Comparações dos consumo antes e depois de medidas de poupança

O valor de 37,9 l/hab.dia ou 36,7 l/hab.dia, embora pareça extremamente reduzido quando comparado com o consumo actual, está mais próximo do valor mínimo proposto por Gleick (1996) de 50 l/hab.dia, o que contempla todas as necessidades diárias de um ser humano no seu dia-a-dia. Deste modo, considera-se que uma proposta final do tema passaria pela sugestão dos seguintes procedimentos:

- Nos edifícios existentes, e numa primeira fase, a redução dos consumos para 80 l/hab.dia, o que equivale a uma redução de 50% para o caso unifamiliar e a uma redução de 42% para o caso multifamiliar, o que se conseguiria através de alterações a nível dos dispositivos, sendo estes substituídos por outros com maior nível de eficiência e sem alterações no que concerne às redes de distribuição de água. Numa fase seguinte, poder-se-á estudar a implementação de sistemas de

aproveitamento de águas pluviais, sendo esta a medida que, conjugada com dispositivos mais eficientes, se traduziria em menores níveis de consumo.

- Nos edifícios novos, a redução dos consumos para os 40 l/hab.dia, o que decorreria da implementação de um sistema colector de águas pluviais integrado com dispositivos eficientes, o que se justifica com as medidas desenvolvidas nesta dissertação e se traduz num crescimento de uma consciência social muito alargada.

Através da aplicação destas medidas ao número de edifícios novos a construir anualmente em Portugal (Tabela 2.5), podemos reduzir o consumo e obter um nível de valor de acordo com a Tabela 6.25, em que a diferença de um consumo de 140 l/hab.dia para de 40 l/hab.dia se traduz numa economia de 24883,1 m³ anuais de água potável.

Tipologia	Habitantes	Fogos	Consumo (l/hab.dia)		
			140	70	40
T0 e T1	2	6486	1816,1	908,0	518,9
T2	3	19199	8063,6	4031,8	2303,9
T3	4	30928	17319,7	8659,8	4948,5
T4	5	10910	7637,0	3818,5	2182,0
Total	-	67523	34836,3	17418,2	9953,2

Tabela 6.25 – Consumo de água potável nas várias tipologias e padrões de consumo

7 Análise económica

O potencial das medidas analisadas e apresentadas ao longo da presente dissertação traduz-se em ganho económico e ambiental. Esse ganho fica reforçado em termos técnicos, através da análise económica das medidas propostas. Neste sentido, a análise dos diversos dispositivos e sistemas economizadores de água propostos, equacionada com o objectivo de estimar uma relação de custo/benefício, bem como validar o prazo de recuperação do investimento realizado, mostra-se vantajosa. Assim, procedeu-se à demonstração da análise económica, tendo por base os parâmetros e soluções anteriormente propostas e os resultados calculados para as mesmas medidas (Tabela 6.22, Tabela 6.23).

Após a análise económica desenvolvida sobre as diversas medidas propostas, foi ainda desenvolvida uma nova análise, que teve por base a implementação separada dos dispositivos eficientes fixos, já anteriormente considerados, mas excluindo a substituição da máquina de lavar roupa e máquina de lavar louça por máquinas de maior eficiência, em virtude de serem dois equipamentos não fixos e o seu elevado valor base poder distorcer o resultado na comparação. Assim, com esta exclusão, evidencia-se o real período de retorno da implementação das medidas relativas aos equipamentos fixos. Através desta análise foi possível evidenciar os menores períodos de retorno possíveis de alcançar.

7.1 Custo dos sistemas

Os preços para os diversos sistemas, materiais envolvidos e os próprios trabalhos necessários foram obtidos juntos dos vários profissionais do sector e estimados pelo programa de cálculo de preços Cype³, incluindo IVA à taxa de 20%.

Igualmente, após a análise das medidas e do próprio funcionamento dos sistemas, foi automaticamente excluída a análise em edifícios multifamiliares de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de águas cinzentas. Estes sistemas apenas fariam sentido no caso de a água ser aproveitada para espaços comuns ao condomínio (rega de jardins, piscina, etc.), ou em edifícios que não estivessem dependentes do controlo da utilização da água em cada fracção como é o caso de hotéis, pousadas, piscinas ou hospitais.

Assim, os preços finais para cada medida de poupança a aplicar em edifícios unifamiliares, incluindo todos os trabalhos necessários, estão disponíveis na tabela 7.1. No que respeita à aplicação de dispositivos eficientes, tanto para edifícios multifamiliares como para edifícios unifamiliares, são consideradas habitações com duas casas de banho.

³Cype – Software gerador de preços (versão 2009.1.p)

Medida	Preço (€)
Reciclador águas cinzentas	3180,00
Sistema de aproveitamento de águas pluviais	7020,00
Dispositivos eficientes	1184,00
Dispositivos eficientes + sistema de aproveitamento de águas pluviais	8204,00
Dispositivos eficientes (sem máquina lavar roupa e louça)	196,00

Tabela 7.1 – Preços para a implementação das diversas medidas de poupança em habitações unifamiliares

7.2 Custo da água

O valor para a cubicagem da água foi obtido através das tabelas da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR, 2007).

Os valores correspondem aos preços praticados nas regiões de Faro, Lisboa e Porto, em 2007, para os vários escalões de fornecimento de água, águas residuais e resíduos sólidos, e incluem, para além dos valores variáveis, os valores fixos a pagar pelo contrato do serviço. Os valores incluem igualmente IVA, neste caso, à taxa de 5% (Tabela 7.2).

Zonas	Escalões	Água (€)	Taxas (€)	Valor Fixo (€)
Faro	1º (0 a 5 m ³ /30 dias)	0,38	0,22	96,26
	2º (6 a 10 m ³ /30 dias)	0,77	0,34	
	3º (10 a 20 m ³ /30 dias)	0,92	0,52	
Lisboa	1º (0 a 5 m ³ /30 dias)	0,24	0,19	62,24
	2º (6 a 10 m ³ /30 dias)	0,65	0,19	
	3º (10 a 20 m ³ /30 dias)	0,65	0,19	
Porto	1º (0 a 5 m ³ /30 dias)	0,54	0,50	66,15
	2º (6 a 10 m ³ /30 dias)	0,91	0,63	
	3º (10 a 20 m ³ /30 dias)	0,91	0,63	

Tabela 7.2 – Preço da água (ERSAR, 2007)

Na tabela 7.3, é estimado o preço anual a pagar pelos consumidores consoante o seu padrão de consumo. Estes padrões de consumo têm em conta as medidas de poupança apresentadas e é igualmente incluída a nova medida de poupança.

Medida	Consumo anual (m ³)	Consumo mensal (m ³)	1º Escalão (m ³)	2º Escalão (m ³)	3º Escalão (m ³)	Faro (€)	Lisboa (€)	Porto (€)
Sem poupanças	211,2	17,6	5	5	7,6	341,89	273,60	376,16
Águas cinzentas	128	10,6	5	5	0,6	214,88	148,60	240,33
Águas pluviais	120	10	5	5	-	203,99	142,25	228,69
Dispositivos eficientes	105	8,75	5	3,75	-	186,51	129,02	204,44
Águas pluviais e dispositivos eficientes	50	4,2	4,2	-	-	128,02	129,02	204,44
Dispositivos eficientes (sem máquinas de lavar roupa e louça)	114	9,5	5	4,5	-	197,00	150,57	218,99

Tabela 7.3 – Preço da água segundo vários padrões de consumo numa habitação unifamiliar

Na tabela 7.4, é apresentado o valor para a estimativa de consumo de uma tipologia multifamiliar. Estão excluídas as medidas de aproveitamento de águas pluviais e de reciclagem de águas cinzentas, como foi referido.

Medida	Consumo anual (m ³)	Consumo mensal (m ³)	1º Escalão (m ³)	2º Escalão (m ³)	3º Escalão (m ³)	Faro (€)	Lisboa (€)	Porto (€)
Sem poupanças	138,6	11,6	5	5	1,6	233,02	174,99	259,74
Dispositivos eficientes	58,8	4,9	4,9	-	-	133,31	88,79	130,36
Dispositivos eficientes (sem máquinas de lavar roupa e louça)	66	5,5	5	0,5	-	141,06	95,82	141,37

Tabela 7.4 – Preço da água segundo vários padrões de consumo numa habitação multifamiliar

7.3 Período de retorno

O período de retorno das diversas medidas apresentadas é assim estimado, considerando os custos totais dos benefícios e o custo total do investimento. Na tabela 7.5 podemos observar o retorno das várias medidas de poupança nas três zonas em análise para o caso de habitações unifamiliares, e na tabela 7.6 para o caso de habitações multifamiliares. Claramente se evidencia que o retorno do investimento é bastante elevado, sendo apenas a implementação de dispositivos eficientes a medida que conduz a um menor período de retorno.

No entanto, não poderá nunca deixar de ser tido em conta o valor social do recurso água, situação que pode levar a ponderar qual o caminho a seguir a longo prazo, ou seja, um quadro decisório de sustentabilidade.

Medida	Localização		
	Lisboa	Faro	Porto
Águas cinzentas	> 18	> 15	> 14
Águas pluviais	> 35	> 34	> 32
Dispositivos eficientes	> 7	> 6	> 6
Disp. eficientes + águas pluviais	> 30	> 27	> 24
Disp. eficientes (sem máquinas lavar roupa e louça)	< 2	< 2	< 2

Tabela 7.5 – Estimativa do período de retorno em edifícios unifamiliares

Medida	Localização		
	Lisboa	Faro	Porto
Dispositivos eficientes	> 12	> 10	> 9
Disp. eficientes (sem máquinas lavar roupa e louça)	< 3	< 2	< 2

Tabela 7.6 – Estimativa do período de retorno em edifícios multifamiliares

7.4 Discussão do capítulo

Comparativamente às conclusões retiradas no capítulo 6, verifica-se neste capítulo em que as medidas são analisadas economicamente, que existe um factor importante de difícil contabilização, dada a sua incerteza, e que se refere à imprevisibilidade da disponibilidade do recurso água no futuro. Como foi referido dentro de 25 anos dois terços da população viverão em condições de *stress* hídrico, Desconhecemos quais as alterações que ocorrerão na indústria de abastecimento de água devido a esse factor de escassez, e de que modo essa situação se reflectirá no valor da água. A taxa de disponibilidade da água poderá não aumentar de acordo com a taxa anual que é hoje normalmente praticada, mas poderá ver o seu valor bastante inflacionado pelo factor escassez do recurso. Por outro lado, o recurso a outras tecnologias para a disponibilidade de água de origem no mar tem o custo de produção associado a um elevado consumo energético de produção o que também contribuirá para o aumento do recurso água.

Assim, e não obstante este facto, o aproveitamento de águas pluviais é a medida que tem um período de retorno mais longo, sendo superior a 30 anos, o que a torna desaconselhável do ponto de vista económico. Porém considera-se que esta medida deve ser vista como aquela que contribui para uma menor dependência de água potável a longo prazo.

A reciclagem de águas cinzentas é a medida que apresenta um período de retorno que varia entre 14 e 18 anos e está dependente da quantidade de água utilizada no interior da habitação, que posteriormente será reciclada.

A implementação de dispositivos eficientes numa habitação unifamiliar e numa habitação multifamiliar difere no período de retorno em 7-6 anos e 12-9 anos respectivamente, e depende das zonas geográficas onde estas se localizam. Se estas medidas forem pensadas no início da construção, o potencial de poupança será bastante elevado, pois o preço dos equipamentos e dispositivos eficientes não difere do preço dos equipamentos e dispositivos convencionais.

No caso de novas construções, cabe aos projectistas, intervenientes do projecto e construtores seleccionarem e optarem por dispositivos eficientes, uma vez que os preços destes não diferem dos preços dos dispositivos convencionais. O mesmo é aplicado às máquinas de lavar roupa e máquinas de lavar louça, em que maioria dos preços variam pelo *design* do equipamento em si, número de programas disponíveis e a própria concorrência no mercado. Assim, torna-se evidente, em caso de novas construções, serem de adopção obrigatória, visto tratar-se de uma medida fácil de implementar e que contribui para a sustentabilidade do recurso água a longo prazo.

É, pois, importante que seja difundido conhecimento e criado um processo operativo aplicável ao projecto de construção que conduza à de medidas que contribuam para a poupança do recurso água implementação em todo o ciclo de vida do edifício, o que conduzirá a uma eficiência económica do processo e que se traduz na implementação de um dos parâmetros da construção sustentável.

8 Conclusões

A média europeia para consumo urbano de água situa-se nos 183 l/hab.dia. Em Portugal, face ao histórico, pode ser considerado como valor médio 160 l/hab.dia, para um edifício unifamiliar, e 140 l/hab.dia, para um edifício multifamiliar. Os padrões de consumo por cada dispositivo analisado nos mesmos edifícios são os referidos na Tabela 4.4. e que sintetizam de forma clara o enquadramento do trabalho.

Face à elevada escassez de água que se prevê poder vir a ocorrer num futuro próximo, é fundamental, que seja desenvolvido um conjunto de medidas com o intuito de aumentar a eficiência do uso da água, situação que se pretendeu analisar com o presente estudo, através da proposta das diversas medidas de acção apresentadas com os resultados já conhecidos, e que se resumem em:

- campanhas de consciencialização/motivação;
- redução de perdas nos sistemas prediais;
- utilização de dispositivos eficientes;
- aproveitamento de águas pluviais;
- aproveitamento de águas cinzentas.

Assim, e tendo em consideração os princípios do desenvolvimento sustentável, segundo o qual se visa a satisfação das gerações presentes sem comprometer as necessidades das gerações futuras (Brundtland, 1987), como paradigma para um processo de desenvolvimento da sociedade, é importante que todas as acções possíveis de preservação dos recursos naturais, em particular, dos não renováveis, decorram de modo transversal às actividades humanas e é para essas acções que o trabalho desenvolvido na dissertação concorre.

A construção, sendo um dos motores da economia mundial e responsável por 10,7% do emprego nacional (AEP, 2007), é também um dos sectores que mais desperdiça os recursos, uma vez que não os utiliza do modo mais correcto. Desta forma, torna-se um sector de actividade em que a implementação da eficiência é urgente. Por outro lado, o impacto dos edifícios é deferido ao longo de todo o seu ciclo de vida, em que o período de utilização é o mais longo, razão que levou à abordagem da temática da água na construção e, em particular, à sua eficiente utilização.

Para tentar minimizar os efeitos da actividade da construção sobre o meio ambiente, a construção sustentável é já uma prática em vários países que desenvolveram sistemas de certificação adequados a diferentes tipos de edifícios. Os sistemas de certificação BREEAM, LEED e LIDERA foram os sistemas analisados, nomeadamente, a componente que certifica o uso da água nas habitações. Como resultado para a atribuição da classificação de edifício verde, o sistema LEED é o que mais valoriza a categoria do recurso água com um peso na classificação final de 10%, já o sistema BREEAM atribui uma ponderação de 9% e o sistema LIDERA, português, uma ponderação de 8%, do total dos factores que intervêm na avaliação da construção.

De toda a água doce da Terra, apenas 0,01% está disponível para consumo e grande parte desta água encontra-se longe das populações, existindo zonas em que o consumo de água é superior a 10% das disponibilidades locais. Deste modo estima-se que dentro de 25 anos dois terços da população mundial vivam nestas condições, e que grande parte da população corra o risco de viver em zonas de *stress* hídrico (GEO3, 2002)

Em Portugal, o sector doméstico consome cerca de 8% de toda a água disponível, representando um custo de 46% do total dispendido com a extracção de água. A este elevado custo ainda se pode associar as perdas de abastecimento, estimadas em cerca de 35 a 40%. No que respeita à população abrangida, em 2006 Portugal tinha 91% da sua população servida com abastecimento de água público (Baptista *et al.*, 2001; REA, 2008)

Face a todos estes factores, torna-se cada vez mais evidente que o recurso água é um bem em vias de extinção e que todas as medidas para reduzir o seu consumo ou aumentar o seu nível de eficiência no que respeita à utilização têm de ser tomadas.

Pelo que é possível concluir, todas as medidas propostas são válidas e possíveis de implementar, tendo em consideração os resultados atrás mencionados, que apontam para uma clara redução do recurso água para as mesmas actividades em que hoje o seu consumo é claramente superior

9 Desenvolvimento futuro

Face à actualidade do tema e para que o mesmo possa continuar a ser estudado, considera-se que a caracterização dos consumos no sector doméstico seria um desenvolvimento futuro, dado que em Portugal não existem estudos que caracterizem os consumos no interior de um edifício, por tipo de habitação e nível social dos habitantes.

O potencial dos dispositivos e soluções apresentados poderá ser também abordado a nível internacional. As zonas com elevada pluviosidade têm, à partida, grande potencialidade para aproveitamento das águas pluviais, ao contrário de zonas áridas e secas, em que o recurso ao aproveitamento de águas cinzentas poderia ser a solução indicada para a poupança do recurso água.

Não estando directamente relacionados com o consumo da água nos edifícios de habitação, mas com o recurso em si, poderão ser estudado métodos mais eficientes para praticar nos sectores Industrial e agrícola.

10 Bibliografia

Adalberth, K. (1997). Energy use during the Life Cycle of Buildings: a Method. *Building and Environment* , pp. 317-320.

Adalberth, K. (1997). Energy use during the life Cycle of Single Unit Dwellings: Examples. *Building and Environment* , pp. 321-329.

AEP (2007). Sector da construção - Relatório de conjuntura. *Associação Empresarial de Portugal - Gabinete de estudos, Câmara de Comércio e Indústria* .

Almeida, M. d., Vieira, P., & Ribeiro, R. (2006). *Uso Eficiente da água no sector urbano*. IRAR, INAG e LNEC.

ANQIP (2009a). Certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos.

ANQIP (2009b). *ETA 0701: Sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edifícios (saap)*.

ANQIP (2008). *ETA 0804: Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete*.

Aquapor (2009). *Análise do Consumo de Água em Portugal, Perfil de Consumidores e Consumos*.

Arpke, A., & Hutzler, N. (2005). Operational Life-Cycle Assessment and Life-Cycle Cost Analysis for Water Use in Multioccupant Buildings. *Journal of Architectural Engineering* , pp. 99-109.

Augenbroe, G. P. (1998). Construction in the USA: A perspective to the year 2010. Bourdeau, L., Houvila, P., Lanting, R. & Gilham A. *Sustainable Development and the Future of Construction: A comparison of visions from various countries* , pp. CIB Publication, Rotterdam, Holland.

Baganha, M. I., Marques, J. C., & Góis, P. (2001). *O Sector da Construção Civil e Obras Públicas em Portugal: 1990-2000*.

Balkema, A. J., Preisig, H. A., Otterpohl, R., & Lambert, F. J. (2002). Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems. *Urban Water* , pp. 153-161.

Baptista, J. M., Almeida, M. d., & Vieira, P. (2001). *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*. INAG.

Bithas, K. (2008). The sustainable residential water use: Sustainability, efficiency and social equity. The European experience. *Ecological Economics* , pp. 221-229.

Bourdeau, L. H. (1998). Sustainable Development and the Future of Construction: A comparison of visions from various countries. *CIB Publications, Rotterdam, Holland* .

Bragança, L., & Mateus, R. (2006). Sustentabilidade de soluções construtivas. *Universidade do Minho* .

BREEAM (2009). Code for Sustainable Homes. *Technical guide* .

Brundtland, G. H. (1987). *Our common future: The world commission on environment and development*. Oxford University Press.

Burkhard, R., Deletic, A., & Craig, A. (2000). Techniques for water and wastewater management: a review of techniques and their integration in planning. *Urban Water* , pp. 197-221.

Canha da Piedade, A. (2003). *Edifícios para viver melhor. Curso: "Construção Sustentável – Estratégias, Projectos e Sistemas de Apoio"*. Lisboa: FUNDEC/IST.

Christova-Boal, D., Eden, R. E., & McFarlane, S. (1996). An investigation into greywater reuse for urban residential properties. *Desalination* , pp. 391-397.

CICA - Confederation of International Contractor's Associations. (2002). Industry as a partner for sustainable development. *The Beacon Press* .

Code for Sustainable Homes. (2009). *Technical Guide* .

Cohim, E., Garcia, A., Kiperstok, A., & Cunha Dias, M. (2009). Consumo de água em residências de baixa renda - estudo de caso. *25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental* .

Cole, R. (1998). Emerging trends in building environmental assessment methods. *Building Research and Information* , pp. 3–16.

Couto, A. B., Couto, J. P., & Teixeira, J. C. (2006). Desconstrução - Uma ferramenta para a sustentabilidade da construção. *NUTAU 2006 - Inovações Tecnológicas e Sustentabilidade* .

Decreto-Regulamentar n.º 23/95. (1995). *Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais*. Lisboa.

Degani, C. M., & Cardoso, F. F. (2002). A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a Importância da etapa de projeto arquitetônico. *NUTAU 2002 - Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano*.

DGE - Direcção Geral de Energia e Ministério de Economia. (2002). *Eficiência energética nos edifícios*. Ministério da Economia e Direcção Geral de Energia.

DGEG. (2009). *Estatísticas e balanços energéticos*. Obtido de Direcção Geral de Energia e Geologia: <http://www.dgge.pt/>

Diário da República. (2000). Directiva 2000/60/CE do parlamento Europeu e do conselho de 23 de Outubro de 2000 que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água. *Directiva Quadro da Água* .

Dietz, S. A. (2007). Weak and strong sustainability in the SEEA: Concepts and measurement. *Ecological Economics* , pp. 617--626.

Ding, G. K. (2008). Sustainable construction--The role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management* , 451--464.

DITAL 21: Desenho e Implementação Transfronteiriça da Agenda 21 Local. (2003). Obtido em 20 de 02 de 2010, de <http://www.amde.pt/document/447750/453271.pdf>

Edwards, S. B. (2003). Construction products and life-cycle thinking. *Sustainable building and construction* , pp. 57-61.

Erlandsson, M., & Borg, M. (2003). Generic LCA-methodology applicable for buildings, constructions and operation services—today practice and development needs. *Building and Environment* , pp. 919-938.

ERSAR (2007). Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos . <http://www.ersar.pt> .

EUREAU (2009). *Statistics Overview on Water and Wastewater in Europe 2008, Country Profiles and European Statistics*. EUREAU, European Federation of National Associations of Water & Wastewater Services.

Eurostat (2007). *Consumers in Europe - Facts and figures on services of general interest*. European Commission, Eurostat.

Eurostat (2009). *Panorama of energy - Energy statistics to support EU policies and solutions*. European Commission.

FEPICOP (2009). *Conjuntura da Construção*. Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas.

GEO3 (2002). *Global Environment Outlook 3*. United Nations Environment Programme.

Ghisi, E. (2006). Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil. *Building and Environment* , pp. 1544-1550.

Ghisi, E., & Oliveira, S. M. (2007). Potential for potable water savings by combining the use of rainwater and greywater in houses in southern Brazil. *Building and Environment* , pp. 1731-1742.

Girardet, H. (1999). Creating sustainable cities, Green books for the Schumacher society. *Totnes, Devon, England* .

Gleick, P. H. (1996). Basic water requirements for human activities: meeting basic needs. *Water International* , pp. 83-92.

Gleick, P. H. (2000). The changing water paradigm - A look at twenty-first century water resources development. *International Water Resources Association* .

Gomes, R. P. (2009). Ecobairro, Um conceito para o Desenho Urbano. *Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro* .

González, M. J., & Navarro, J. G. (2006). Assessment of the decrease of CO2 emissions in the construction field through the selection of materials: Practical case study of three houses of low environmental impact. *Building and Environment* , pp. 902-909.

Guedes, M. C., Pinheiro, M., & Alves, L. M. (2009). Sustainable architecture and urban design in Portugal: An overview. *Renewable Energy* , pp. 1999-2006.

Hoekstra, A. Y., & Chapagain, A. K. (2007). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resour Manage* , pp. 35-48.

Houser, D. L., & Pruess, H. (2009). The effects of construction on water quality: a case study of the culverting of Abram Creek. *Environ Monit Assess* , pp. 431-442.

INE - Instituto Nacional de Estatística. (1999). Anuário Estatístico de Portugal. *Instituto Nacional de Estatística. Lisboa* .

INE - Instituto Nacional de Estatística. (2002). *Estatísticas do ambiente 2001*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.

INE - Instituto Nacional de Estatística. (2009). *Fogos concluídos (N.º) em construções novas para habitação familiar por Localização geográfica e Tipologia do fogo; Anual (1)*. Obtido de Portal do Instituto Nacional de Estatística: http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000076&seITab=tab2

Instituto de Meteorologia (2009). <http://www.meteo.pt> .

Jones, P., & Macdonald, N. (2007). Making space for unruly water: Sustainable drainage systems and the disciplining of surface runoff. *Geoforum* , pp. 534--544.

Junnla, S., & Horvath, A. (2003). Life-Cycle Environmental Effects of an Office Building. *Journal of Infrastructure Systems* , pp. 157-166.

Junnla, S., Horvath, A., & Guggemos, A. A. (2006). Life-Cycle Assessment of Office Buildings in Europe and the United States. *Journal of Infrastructure Systems* , pp. 10-17.

Kibert, C. J. (1994). Establishing Principles and a Model for Sustainable Construction. *Proceedings of the First International Conference on Sustainable Construction* , pp. 1-10.

Kibert, C. J. (2007). The next generation of sustainable construction. *Building Research & Information* , pp. 595-601.

Kostas, B., & Chrysostomos, S. (2006). Estimating urban residential water demand determinants and forecasting water demand for Athens metropolitan area, 2000-2010. *South-Eastern Europe Journal of Economics* , pp. 47-59.

Koukkari, H., Kuhnhenne, M., & Bragança, L. (2007). Energy in the sustainable European construction sector. *Sustainability of Constructions - Proceedings of Workshop - Lisbon September 2007* .

LEED (2009). *LEED for New Construction and Major Renovations Rating System*. U.S. Green Building Council, LEED.

LIDERA (2009). *Lidera Sistema de Avaliação da Sustentabilidade*. Versão para Ambientes Construídos (V2.00b) Lidera, IST.

Loh, M., & Coghlan, P. (2003). *Domestic Water Use Study - In Perth, Western Australia 1998-2001*. Water Corporation.

Mariolakos, I. (2007). Water resources management in the framework of sustainable development. *Desalination* , pp. 147-151.

Mateus, R. F. (2004). Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção. *Tese de Mestrado da Universidade do Minho* .

Mateus, R., & Bragança, L. (2005). Avaliação da sustentabilidade da construção: Desenvolvimento de uma metodologia para a avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas. *Universidade do Minho* .

Matos, J. P. (2008). Utilização de Redes Neurais Artificiais para a Modelação da Degradação de Sistemas de Distribuição de Água. *Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico* .

McDonald, A. S. (2003). Water demand: A UK Perspective. Proceedings of the International Conference on Computing and Control for the Water Industry. *Advances in Water Supply Management Maksimovic´, Butler & Memon (eds), London, UK* .

Moll, S. B. (2003). Resource use in European countries - An estimate of materials and waste streams in the Community, including imports and exports using the instrument of material flow analysis. *European Topic Centre on Waste and Material Flows. Copenhagen* .

Ortiz, O., Castells, F., & Sonnemann, G. (2009). Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. *Construction and Building Materials* , pp. 28-39.

Palme, U., & Tillman, A.-M. (2008). Sustainable development indicators: how are they used in Swedish water utilities? *Journal of Cleaner Production* , pp. 1346-1357.

PEAASAR II - Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais. (2007). *Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional* .

Pearce, A. (2001). *Sustainable construction: an idea whose time as come. Sustainable facilities and infrastructure program*. Obtido de Georgia Tech Research Institute: <http://maven.gtri.gatech.edu/sfi/resources/pdf/TR/CostaRica.pdf>

Pedroso, V. M. (2009). *Medidas para um uso mais ediciente da água nos edifícios*. Informações Científicas Técnicas, LNEC.

Pimentel-Rodrigues, C., & Silva-Afonso, A. (2008). A implementação da certificação de eficiência hídrica de produtos em Portugal. Uma iniciativa para a sustentabilidade. *Congresso de Inovação na Construção Sustentável*, (p. 7).

Pinheiro, L. F. (2008). Análise sócio-demográfica para a caracterização de consumos domésticos em sistemas de distribuição de água. *Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico* .

Pinheiro, M. D. (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto do Ambiente.

PNA (2001). *Plano Nacional da Água*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

RASARP (2008). *Relatório anual do sector de águas e resíduos em Portugal*. Instituto Regulador de Águas e Resíduos.

REA 2004 (2005). *Relatório do Estado do Ambiente 2004*. Instituto do Ambiente .

REA 2007 (2008). *Relatório do Estado do Ambiente 2007*. Agência Portuguesa do Ambiente .

Rijsberman, M. A., & van de Ven, F. H. (2000). Different approaches to assessment of design and management of sustainable urban water systems. *Environmental Impact Assessment Review* , pp. 333--345.

Russac, D. A. (1991). Insights into domestic demand from a metering trial. *Water and Environment Journal* , pp. 242-351.

Schmidt-Bleek, F. (1995). Increasing resource productivity on the way to sustainability. *Industry and Environment* , pp. 8-12.

Silva, V. G. (2003). *Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Directrizes e Base Metodológica*. Tese de Doutoramento, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Silva-Afonso, A. (2008). Repensar o uso da água no ciclo predial. Contributos para a sustentabilidade.

Teixeira, J. C. (2004). Ambiente e construção: impacte dos estaleiros. *Indústria & Ambiente* .

Thackray, J. E. (1978). The Malvern and Mansfield studies of domestic water usage. *ICE Proceedings* , pp. 37-61.

Tirone, L. (2007). *Construção Sustentável*. Lisboa: Tirone Nunes, SA.

United Nations. (1996). *CITY SUMMIT' ENDS WITH LEADERS' COMMITMENT TO IMPROVE LIVING STANDARDS*. Obtido em 20 de 02 de 2010, de Conference on Human Settlements 18th Plenary Meeting and Round-Up: <http://www.un.org/Conferences/habitat/eng-pres/3/habist25.htm>

W., G. (1992). Concepts and Methods in a One World, Problem-Oriented Paradigm. *Leiden, The Netherlands: Leiden University, PhD thesis* .

Wallbaum, H. &. (2003). Concepts and instruments for a sustainable construction sector. *Sustainable building* , pp. 53-57.

Wong, L., & Mui, K. (2007). Modeling water consumption and flow rates for flushing water systems in high-rise residential buildings in Hong Kong. *Building and Environment* , pp. 2024-2034.

Zimmermann, M., Althaus, H.-J., & Haas, A. (2005). Benchmarks for sustainable construction: A contribution to develop a standard. *Energy and Buildings* , pp. 1147-1157.

